



# **Otimização de betões com agregados reciclados**

Aproveitamento de resíduos de pedreiras de mármore

**Ricardo José Pisco Matias**

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia Civil**

Presidente do Júri: Prof. José Júlio Correia

Orientador: Prof. António Carlos Bettencourt Simões Ribeiro

Vogal: Prof. Maria Teresa Guerra Pinheiro-Alves

**Évora, 11 de Junho de 2013**

*Para a minha família*

# **Otimização de betões com agregados reciclados**

**Ricardo José Pisco Matias**

Presidente do Júri: Prof. José Júlio Correia

Orientador: Prof. António Carlos Bettencourt Simões Ribeiro

Vogal: Prof. Maria Teresa Guerra Pinheiro-Alves

**Évora, 11 de Junho de 2013**





## **AGRADECIMENTOS**

Esta dissertação é o resultado de vários meses de trabalho conjugados com a minha vida pessoal e profissional.

Desejo expressar os meus agradecimentos a todas as pessoas e entidades que contribuíram, das mais variadas formas, para a realização do presente trabalho.

Em particular, desejo agradecer:

Ao Professor Bettencourt Ribeiro, do LNEC, por ter aceitado ser meu orientador, por todo o acompanhamento prestado, pelas suas críticas e sugestões, e ainda, pelo rigor científico que incutiu no trabalho.

À Eng<sup>a</sup> Guida Faria, pelos seus conselhos e disponibilidade, pela conjugação dos ensaios do laboratório central da IBERA e os realizados no âmbito desta dissertação.

Ao Sr. Luis Paixão, técnico do laboratório central da IBERA, pela sua incansável ajuda na execução de todos os ensaios e disponibilidade de tempo pessoal.

Ao Eng<sup>o</sup> Vítor Barbosa, administrador da IBERA SA, por me permitir a utilização de recursos pessoais e materiais, para a realização deste trabalho.

À minha esposa e à minha família, pelo apoio incondicional e encorajamento desde a primeira hora ajudando-me a concretizar todo este projeto.

# Otimização de betões com agregados reciclados

## Aproveitamento de resíduos de pedreiras de mármore

### **RESUMO**

Estima-se que 80 a 90% do total de rocha extraída pela indústria extrativa da Zona dos Mármore (Alentejo) seja desperdiçada e acumulada nas inúmeras escombreiras da região.

Será apresentado um estudo com o objetivo de reaproveitar tal resíduo como matéria-prima, no processo de fabrico do betão pronto.

Irão testar-se superplastificantes de 3ª geração e diferentes teores de agregados finos reciclados, de forma a atingir níveis de resistência e trabalhabilidade semelhantes ou superiores aos que seriam obtidos com agregados naturais. Pretende-se com a utilização deste tipo de adjuvantes reduzir o efeito negativo associado à elevada absorção de água destes agregados.

Constatou-se que diferentes incorporações de teores de pó de pedra e superplastificantes têm influência significativa na trabalhabilidade e características mecânicas do betão.

Comparativamente a betões com agregados naturais com a mesma dosagem de ligante, o betão em estudo apresentou melhores performances a nível de resistências à compressão, trabalhabilidade e preço.

**Palavras chave:** betão, pó de pedra, superplastificantes, agregados reciclados, resistência à compressão, trabalhabilidade.

# Optimization of concrete with recycled aggregates

## Utilization of marble quarries waste

### **ABSTRACT**

It is estimated that 80 to 90% of the total rock extracted by the marble industry in Alentejo is been accumulate and lost in the countless heaps of the region.

In this work, it will be made a study with de objective of recycle that residue as raw material in the concrete production.

Will be tested a 3<sup>rd</sup> generation of superplasticizers and different percentages of recycled fine aggregates, in the attempt to achieve resistance and workability levels similar or higher than concrete with natural aggregates. With the utilization of this kind of products, is expected a reduction of the negative effect associated to the high water absorption in this aggregates.

It was found that different percentages of stone powder and superplasticizer, as a significant influence in the workability and in the concrete mechanic characteristics.

Comparatively to concrete with natural aggregates with the same binder dosage, the concrete in study presented better performance in resistances, workability and price.

**Keywords:** concrete, stone powder, superplasticizer, recycled aggregates, compression resistance, workability.

# **ÍNDICE GERAL**

|   |    |
|---|----|
| 1. Introdução .....   | 1  |
| 1.1. Enquadramento geral .....                                      | 1  |
| 1.2. Objetivo.....  | 3  |
| 1.3. Estrutura da Dissertação .....                                 | 4  |
| 2. Otimização de betões com agregados reciclados.....               | 5  |
| 2.1. Propriedades .....   | 6  |
| 2.1.1. Agregados reciclados .....                                   | 6  |
| 2.1.2. Resistência à compressão .....                               | 7  |
| 2.1.3. Retração .....   | 9  |
| 2.1.4. Trabalhabilidade .....                                       | 9  |
| 2.1.5. Absorção de água.....  | 10 |
| 2.1.6. Resistência à tração por compressão diametral .....          | 12 |
| 2.1.7. Módulo de elasticidade .....                                 | 13 |
| 2.1.8. Resistência ao desgaste.....                                 | 14 |
| 2.1.9. Teor de ar.....  | 14 |
| 2.1.10. Exsudação .....   | 16 |
| 2.2. Fabrico e transporte .....                                     | 18 |
| 3. Materiais utilizados .....                                       | 18 |
| 3.1. Agregados .....  | 18 |
| 3.1.1. Massa volúmica e absorção de água.....                       | 19 |
| 3.1.2. Resistência mecânica .....                                   | 20 |
| 3.1.3. Forma das partículas.....                                    | 20 |
| 3.1.4. Determinações necessárias para o cálculo da composição ..... | 21 |
| 3.1.5. Granulometria .....  | 21 |
| 3.2. Cimento.....   | 22 |
| 3.2.1. Características químicas e mineralógicas .....               | 22 |
| 3.2.2. Características físicas do cimento .....                     | 23 |
| 3.3. Cinzas Volantes .....  | 23 |
| 3.4. Pó de mármore .....  | 24 |
| 3.5. Adjuvantes .....   | 26 |
| 3.6. Água .....   | 27 |
| 4. Fase Experimental .....  | 28 |
| 4.1. Recolha e preparação de constituintes .....                    | 28 |
| 4.2. Requisitos da composição .....                                 | 28 |
| 4.3. Produção dos betões.....                                       | 30 |
| 5. Ensaio .....   | 35 |
| 5.1. Equivalente de areia .....                                     | 35 |
| 5.2. Betão estado fresco .....                                      | 35 |
| 5.3. Betão estado endurecido .....                                  | 36 |
| 6. Resultados obtidos.....  | 37 |
| 6.1. Equivalente de areia .....                                     | 37 |

|  |     |
|--|-----|
| 6.2. Betão fresco .....                                | 38  |
| 6.2.1. Ensaio de abaixamento .....                     | 38  |
| 6.2.2. Ensaio de teor de ar .....                      | 45  |
| 6.2.3. Exsudação .....                                 | 46  |
| 6.3. Betão endurecido .....                            | 48  |
| 7. Análise de resultados.....                          | 49  |
| 7.1. Caraterísticas do betão no estado fresco.....     | 49  |
| 7.2. Caraterísticas do betão no estado endurecido..... | 56  |
| 7.3. Custo das composições .....                       | 63  |
| 8. Conclusões.....                                     | 65  |
| 8.1. Considerações finais .....                        | 65  |
| 8.2. Conclusões gerais.....                            | 66  |
| 9. Bibliografia .....                                  | 68  |
| 10. Normas e especificações .....                      | 73  |
| 11. Anexo A.....                                       | 74  |
| 12. Anexo B.....                                       | 80  |
| 13. Anexo C.....                                       | 88  |
| 14. Anexo D.....                                       | 92  |
| 15. Anexo E.....                                       | 101 |
| 16. Anexo F.....                                       | 103 |
| 17. Anexo G .....                                      | 123 |
| 18. Anexo H.....                                       | 167 |

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

|   |    |
|---|----|
| 1. Escombreira .....  | 2  |
| 2. Assentamento Plástico .....  | 17 |
| 3. Brita .....  | 21 |
| 4. Pó de Pedra .....  | 25 |
| 5. Misturadora .....  | 30 |
| 6. Equivalente de Areia .....   | 35 |
| 7. Teor de Finos – Ensaio Equivalente de Areia .....  | 38 |
| 8. Abaixamento inicial do betão de referência .....   | 40 |
| 9. Abaixamento inicial para betão com incorporação de 25 % de Pó de Pedra .....                                 | 41 |
| 10. Abaixamento inicial para betão com incorporação de 50 % de Pó de Pedra .....                                | 42 |
| 11. Abaixamento inicial para betão com incorporação de 75 % de Pó de Pedra .....                                | 43 |
| 12. Abaixamento inicial para betão com incorporação de 100 % de Pó de Pedra .....                               | 44 |
| 13. Ensaio de teor de ar .....  | 46 |
| 14. Preparação de provetes para medição da exsudação .....  | 47 |
| 15. Medição do abaixamento para betões com adjuvantes Mapei .....   | 50 |
| 16. Medição do abaixamento para betões com adjuvantes Sika .....  | 52 |
| 17. Medição do abaixamento para betões com adjuvantes Basf .....  | 53 |
| 18. Medição do abaixamento para betões com adjuvantes Chryso .....  | 54 |
| 19. Resistência à compressão em função da relação A/L para betões com agregados naturais .....                  | 57 |
| 20. Resistência à compressão em função da relação A/L para betões com incorporação de 25% de pó de pedra .....  | 57 |
| 21. Resistência à compressão em função da relação A/L para betões com incorporação de 50% de pó de pedra .....  | 58 |
| 22. Resistência à compressão em função da relação A/L para betões com incorporação de 75% de pó de pedra .....  | 58 |
| 23. Resistência à compressão em função da relação A/L para betões com incorporação de 100% de pó de pedra ..... | 59 |
| 24. Curva de crescimento para betões com agregados naturais .....   | 60 |
| 25. Curva de crescimento para betões com incorporação de 25% de pó de pedra .....                               | 60 |
| 26. Curva de crescimento para betões com incorporação de 50% de pó de pedra .....                               | 61 |
| 27. Resistência à compressão em função da relação A/L para betões com incorporação de 75% de pó de pedra .....  | 61 |

|  |    |
|--|----|
| 28. Resistência à compressão em função da relação A/L para betões com<br>incorporação de 100% de pó de pedra ..... | 62 |
| 29. Comparativo de custos de composições.....  | 64 |

## **ÍNDICES DE TABELAS**

|  |    |
|--|----|
| 1. Massas volúmicas a absorção dos agregados.....  | 20 |
| 2. Denominação de composições .....  | 31 |
| 3. Dosagem de agregados .....  | 31 |
| 4. Dosagem de adjuvantes .....   | 32 |
| 5. Dosagem de agregados .....  | 32 |
| 6. Dosagem de água para composições de referência .....  | 33 |
| 7. Dosagem de água para composições com 25% pó de pedra.....   | 33 |
| 8. Dosagem de água para composições com 50% pó de pedra.....   | 33 |
| 9. Dosagem de água para composições com 75% pó de pedra.....   | 34 |
| 10. Dosagem de água para composições com 100% pó de pedra.....   | 34 |
| 11. Resultados de ensaios do equivalente de areia.....   | 37 |
| 12. Resultados do ensaio de abaixamento para o betão de referência .....                               | 38 |
| 13. Resultados do ensaio de abaixamento para o betão com incorporação de 25% de pó de pedra .....      | 39 |
| 14. Resultados do ensaio de abaixamento para o betão com incorporação de 50% de pó de pedra .....      | 39 |
| 15. Resultados do ensaio de abaixamento para o betão com incorporação de 75% de pó de pedra .....      | 39 |
| 16. Resultados do ensaio de abaixamento para o betão com incorporação de 100% de pó de pedra .....     | 39 |
| 17. Resultados do ensaio do teor de ar para a composição de referência .....                           | 45 |
| 18. Resultados do ensaio do teor de ar para a composição com incorporação de 25% de pó de pedra.....   | 45 |
| 19. Resultados do ensaio do teor de ar para a composição com incorporação de 50% de pó de pedra.....   | 45 |
| 20. Resultados do ensaio do teor de ar para a composição com incorporação de 75% de pó de pedra.....   | 45 |
| 21. Resultados do ensaio do teor de ar para a composição com incorporação de 100% de pó de pedra.....  | 45 |
| 22. Resultados da medição de exsudação para a composição de referência.....                            | 46 |
| 23. Resultados da medição de exsudação para a composição com incorporação de 25% de pó de pedra .....  | 46 |
| 24. Resultados da medição de exsudação para a composição com incorporação de 50% de pó de pedra .....  | 47 |
| 25. Resultados da medição de exsudação para a composição com incorporação de 75% de pó de pedra .....  | 47 |
| 26. Resultados da medição de exsudação para a composição com incorporação de 100% de pó de pedra ..... | 47 |
| 27. Resultados do ensaio de compressão para o betão de referência .....                                | 48 |



|   |    |
|---|----|
| 28. Resultados do ensaio de compressão para o betão com 25% de pó de pedra .....                  | 48 |
| 29. Resultados do ensaio de compressão para o betão com 50% de pó de pedra .....                  | 48 |
| 30. Resultados do ensaio de compressão para o betão com incorporação de 75% de pó de pedra .....  | 49 |
| 31. Resultados do ensaio de compressão para o betão com incorporação de 100% de pó de pedra ..... | 49 |
| 32. Relação A/L para adjuvantes MP .....  | 50 |
| 33. Relação A/L para adjuvantes SK.....   | 52 |
| 34. Relação A/L para adjuvantes BF.....   | 53 |
| 35. Relação A/L para adjuvantes CY .....  | 55 |
| 36. Relações médias das tensões entre idades .....  | 62 |
| 37. Custo unitário dos constituintes do betão .....   | 63 |

## **ABREVIATURAS**

A/L – Relação água-ligante

AFR(s) – Agregado(s) fino(s) reciclado(s)

BAR – Betão com agregados reciclados

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

EN – Norma Europeia

$f_{ck}$  - resistência característica à compressão do betão determinada em cubos

$f_{cm}$  – resistência média à compressão do betão

MV<sub>imperm</sub> – Massa volúmica do material impermeável

MV<sub>sat</sub> – Massa volúmica do material saturado com a superfície seca

MV<sub>seca</sub> – Massa volúmica do material seco

NP- Norma Portuguesa

PP – Pó de Pedra

rpm – rotações por minutos

SP(s) - Superplastificante(s)

GR – Adjuvante da marca GRACE

MP – Adjuvante da marca MAPEI

SK – Adjuvante da marca SIKA

BF – Adjuvante da marca BASF

CY - Adjuvante da marca CHRYSO

# **1. INTRODUÇÃO**

## **1.1 ENQUADRAMENTO GERAL**

Um resíduo é qualquer substância ou objeto supérfluo ou sem interesse económico, resultante de uma atividade e cujo seu detentor se desfaz ou tem a intenção ou a obrigação de se desfazer [1].

Têm o nome de agregados reciclados os materiais resultantes do reprocessamento de materiais de escombreiras de minas ou pedreiras, assim como de resíduos provenientes de construções, renovações e demolições de estruturas

A indústria da rocha ornamental, seja na componente extrativa ou na componente transformadora, produz resíduos gerais equiparados a urbanos e resíduos próprios da actividade, salientando-se essencialmente pelas quantidades produzidas, os resíduos constituídos por restos de rocha sem valor comercial.

A crescente evolução da população levou a um aumento exponencial do consumo de recursos naturais e energéticos, assim como do volume de resíduos sem utilização. Até às últimas décadas e apesar de ser uma atividade ancestral, não existiam preocupações na construção civil que incluísse a gestão dos resíduos da indústria extrativa.

Atualmente, a preocupação com a situação revela-se notória em todos os sectores económicos e sociais, nascendo assim uma tentativa global de reutilizar estes materiais e minimizar os danos ambientais. A construção civil, para além de ser um dos maiores geradores de resíduos, é responsável por cerca de 40% do consumo de recursos naturais extraídos [2]. Torna-se, assim, fundamental intervir nesta atividade, no sentido de se caminhar para uma construção sustentável.

Este enorme desperdício, que ronda 80 a 90% do total da rocha extraída, deve-se à conjugação de fatores de várias ordens, entre os quais predominam o elevado grau de fracturação da jazida, que impede a produção de blocos com dimensão comercial mínima e aspetos de ordem estética (presença de manchas, fios, etc.), que desvalorizam a pedra, ao ponto de a tornar inadequada para uso como rocha ornamental [3].

Ainda a utilização de agregados desta proveniência apresenta vantagens de ordem ambiental, nomeadamente, a libertação de terrenos ocupados pelos aterros de rejeitados (as chamadas escombreiras – FIGURA 1) e a dispensa de degradação pela atividade extrativa de outros terrenos, por vezes localizados em áreas sensíveis.

Do ponto de vista económico, a principal vantagem associada prende-se com a não existência de custos de extração e menor consumo energético. A utilização de agregados reciclados só será viável quando o seu custo for competitivo quando comparado com os agregados naturais que, no caso de Portugal são ainda relativamente baratos e abundantes.

No caso em estudo, analisou-se a utilização essencialmente dos agregados finos reciclados incorporando-os nas composições de betão pronto, em substituição da areia grossa e em diferentes proporções, tentando, deste modo, analisar a sua viabilidade para utilização na indústria do betão. Como seria de esperar, os betões com estes agregados possuem características diferentes, relativamente a betões correntes, diferenças estas muito dependentes do tipo e da qualidade dos agregados utilizados.



Figura 1 – Aspeto da Escombreira

## 1.2 OBJECTIVO

O presente trabalho tem como objetivo melhorar o conhecimento sobre a variação do comportamento do betão no estado fresco e endurecido associado à interação entre o pó de pedra e o superplastificante (doravante denominado SP). Para tal foram utilizadas distintas percentagens de agregado reciclado e dosagens de SPs de terceira geração disponíveis no mercado. Como agregados naturais foi incorporada uma areia natural fina, siliciosa, rolada e extraída da zona de Sesimbra e britas provenientes de Bencatel (escombreira).

As percentagens de incorporação de pó de pedra com cada tipo de SP em estudo foram as seguintes: 100%, 75%, 50% e 25% em relação ao total de areia necessário, em peso. Foi também elaborada uma composição com 100% de areias naturais, de referência, para comparação, onde se utilizou uma areia natural grossa com proveniência da zona de Melides.

No que diz respeito ao ligante foi utilizado um cimento CEM II/A-L 42,5R proveniente da fábrica CIMPOR – Alhandra, e cinzas volantes, provenientes da central termoelétrica da EDP em Sines.

Outro dos objetivos deste trabalho visa a diminuição do consumo de energia e consequente produção de CO<sub>2</sub>, e a eliminação de escombreiras de resíduos da transformação de pedra natural que afetam as paisagens essencialmente no Norte Alentejo diminuindo assim o seu impacto ambiental.

A compreensão do comportamento destes tipos de betão no que refere à sua trabalhabilidade ao longo do tempo e à resistência à compressão, tem fundamental importância dado que dele dependem não só os métodos de aplicação, mas também as características do produto endurecido.

Será finalmente avaliado o custo de cada composição, uma vez é um dos fatores que poderá influenciar a utilização de betões com estas características.

## 1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O presente documento está dividido em 8 capítulos.

O primeiro, introdutório, apresenta sucintamente os objectivos estabelecidos para a realização do trabalho e a exposição da estrutura do documento.

No segundo capítulo, com o título "Otimização de betões com agregados reciclados", apresenta, com base na bibliografia consultada, uma descrição das características deste tipo de betões, das suas vantagens e desvantagens em relação ao betão corrente, bem como, o cuidado a ter no seu fabrico e transporte.

Os constituintes utilizados na realização deste trabalho, bem como, as suas propriedades são descritos no Capítulo 3.

No Capítulo 4 apresenta-se a fase experimental onde constam os requisitos necessários para a formulação e produção das composições.

Os métodos de ensaio utilizados nesta dissertação são descritos no Capítulo 5, bem como, a preparação das amassaduras e os ensaios do betão no estado fresco e no estado endurecido.

No Capítulo 6 encontram-se os resultados dos ensaios efectuados ao pó de pedra e ao betão, no estado fresco e no estado endurecido.

No capítulo 7 faz-se uma análise às características obtidas no betão aquando no estado fresco e endurecido, bem como os custos de produção das composições.

Por último, no capítulo 8 encontram-se descritas as conclusões finais deste trabalho.

## **2. OTIMIZAÇÃO DE BETÕES COM AGREGADOS**

### **RECICLADOS**

A utilização de pó de pedra, doravante denominado PP, pode ser uma boa alternativa para a areia natural. A utilização deste tipo de agregado tem potencial para trazer benefícios em termos técnicos, económicos e de meio ambiente. No entanto, e para a otimização da sua utilização, é necessário um apertado e rigoroso controlo da produção do betão.

Para diferentes percentagens de PP nas misturas de betão, concluiu-se que diferentes módulos de finura têm diferentes efeitos no comportamento das composições. Igualmente verificaram que betões com incorporação deste tipo de agregado apresentam baixos valores no que refere à absorção de água. No entanto, e utilizando adjuvantes de alta gama e cinzas volantes, as características da mistura aumentam significativamente em termos de tensões, redução da permeabilidade aos cloretos, retração e trabalhabilidade. Por outro lado, poderá verificar-se, em certas dosagens de PP, assentamento plástico do betão [4].

Em relação à areia natural, verifica-se que a utilização de PP na mistura apresenta tensões de rutura ligeiramente superiores. Tal foi atribuído pelos autores ao pressuposto que a componente fina do PP aumenta a coesão entre o ligante e os agregados [5].

A utilização deste tipo de agregados na fabricação do betão irá contribuir para a diminuição das escombreiras, a procura de novos locais para a exploração de areias e pedreiras, para a diminuição das emissões de CO<sub>2</sub> e diminuição dos custos de extração. Espera-se assim contribuir para otimizar e diminuir os custos do fabrico do betão e também diminuir a pegada ecológica deste produto no meio ambiente.

O critério que conduziu à escolha dos materiais em questão foi a sua disponibilidade na empresa "IBERA, Indústria de Betão, S.A.". O trabalho experimental que se apresenta foi efetuado no Laboratório Central da

primeira. Com estes ensaios pretende-se testar o comportamento do betão com diferentes dosagens de PP e com recurso a diferentes SPs.

Foram utilizadas nas várias amassaduras padrão, adições do tipo II e cinzas volantes.

## 2.1 PROPRIEDADES

### 2.1.1 AGREGADOS RECICLADOS

No que diz respeito às propriedades dos agregados reciclados, é necessária especial atenção à substituição da areia natural pela artificial (PP). Para que esta seja realizada sem prejuízo na qualidade do produto, é necessário que os agregados reciclados preencham, entre outros, os seguintes requisitos tecnológicos [6]:

- (i) adequação da distribuição granulométrica;
- (ii) forma e textura superficial das partículas;
- (iii) resistência mecânica e estabilidade das partículas;
- (iv) ausência de impurezas.

As areias naturais, normalmente utilizadas como agregado, são em geral de natureza quartzosa rolada, de origem fluvial ou eólica. Quando comparadas aos finos de pedreiras, tornam-se evidentes as diferenças, principalmente em relação à distribuição granulométrica, forma, textura e resistência mecânica das partículas. O processamento adequado dos finos, visando à geração do PP com características adequadas para seu uso na construção civil, requer em geral um processamento específico que visa, não somente à adequação do tamanho, mas também da forma e da integridade das partículas, permitindo a sua produção de forma competitiva e sustentável.

Relativamente aos restantes materiais optaram-se por dois agregados grossos, britados, de origem calcária e proveniente de uma escombreira de



mármore denominada BENCAPOR, empresa do grupo CIMPOR. Foi utilizado o PP produzido pela última em substituição da areia grossa natural (apenas utilizada na composição de referência), bem como areia fina, de origem siliciosa. No que diz respeito aos adjuvantes, foram utilizados plastificantes utilizados no fabrico do betão fluido, bem como superplastificantes. A água utilizada é proveniente da rede pública.

Recorde-se que o objetivo deste trabalho é a utilização do PP em substituição da areia grossa natural e de superplastificantes de alto desempenho adequados a otimizar as propriedades mecânicas do betão, de modo a contribuir para eliminar o impacto ambiental das escombreyas e pedreiras e consequente redução de emissões de CO<sub>2</sub>.

### 2.1.2 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO BETÃO

A resistência à compressão (posteriormente assumida, por defeito, como aferida após 28 dias de cura húmida, em cubos ou cilindros) é a característica do betão com maior ênfase na sua caracterização mecânica. Encontra-se relacionada com a capacidade dos seus constituintes resistirem às tensões que lhe são impostas, sem ocorrer rotura ou colapso [7].

Apesar de a influência dos agregados reciclados ser tida como prejudicial no desempenho mecânico dos betões, indica que a substituição de agregados naturais pelos primeiros, mantendo a curva granulométrica e a trabalhabilidade do betão, possa conduzir a resistências semelhantes às dos betões com agregados naturais correspondentes [8].

O uso de PP, sem qualquer compensação da água de amassadura, não afeta necessariamente a resistência à compressão do betão, mas reduz significativamente a sua trabalhabilidade. O aumento da relação água / ligante para correção da trabalhabilidade surge como o principal responsável pelo decréscimo de resistência mecânica correntemente associado ao uso de agregados finos reciclados [9].

Analizados betões fabricados com diversas misturas variando o teor de pó de pedra. As percentagens de substituição da areia natural pelo PP foram de 25%, 50%, 75% e 100%. O cimento utilizado foi do tipo CP II F 32. Os autores concluíram que a substituição da areia pelo PP não comprometeu os níveis de resistência mecânica do betão nem a sua trabalhabilidade [10].

Em ensaios com a taxa de substituição da areia natural por PP de 15%, 30%, 50% e 70%, nesta última, a relação A/L foi reduzida em média 10%. O autor observou, a partir dos resultados, que o melhor desempenho em todos os aspectos analisados aconteceu com a mistura com 70% de substituição da areia natural. Concluiu que quanto maior o teor de substituição, maiores são as resistências à compressão axial [11].

Outros autores apresentaram uma pesquisa sobre a aplicação de PP no betão em substituição parcial da areia. Testaram percentagens de incorporação entre 0 e 20%. Foi dada especial atenção aos módulos de finura dos agregados utilizados nas amassaduras e mantido constante a consistência e o teor de ar através de SP e introdutores de ar [12].

Verificaram que para percentagens até 20% de incorporação de PP, não afetou significativamente as tensões de rotura em comparação com a utilização de agregados naturais. Por exemplo, para a relação A/L = 0,70, a tensão de rotura aos 28 dias era similar ao betão sem incorporação do agregado em questão. Também para o intervalo de 15% a 20% de incorporação, existe um crescimento dos 7 para os 28 dias de 25 a 30% nas tensões de rotura, sendo que para 20% de substituição as tensões foram iguais a betão sem qualquer introdução de agregado reciclado. Nas relações A/L = 0.53 e 0.40, verificou-se em todas as idades uma redução nas tensões de 10% [12].

### 2.1.3 RETRAÇÃO

Os autores atrás referidos concluíram através do método ASTM C157, que a retração neste tipo de betão é superior devido à formação de carboaluminato de cálcio e hidratação do cimento nas iniciais, resultando no aumento de volume devido à formação de gel de silicatos cálcicos hidratados (CSH), essencialmente para percentagens superiores a 10%. A coesão verificada com o PP é vista como uma vantagem, quando se utilizam SPs ou quando existe o problema de segregação do betão [12].

A retração pode ser considerada a soma da retração autogénea com da retração por secagem. A primeira ocorre também durante a presa e é causada pelo consumo interno da água durante o processo de hidratação. O volume de produtos hidratados é menor que o volume original do cimento não hidratado e da água, e esta redução de volume causa tensões provocando a chamada retração autogénea.

A retração por secagem é provocada pela perda de água do betão para a atmosfera. Geralmente, esta perda de água é da pasta de cimento, mas com alguns tipos de agregados uma parcela significativa pode provir dos mesmos. Este tipo de retração é relativamente lenta e as tensões que induz são parcialmente atenuadas pela fluência do betão. É especialmente influenciada pela máxima dimensão do agregado, que implica variações no volume de pasta.

### 2.1.4 TRABALHABILIDADE

A trabalhabilidade de um betão é um conceito complexo que diz respeito a um conjunto de propriedades físicas, como o ângulo de atrito interno, a coesão dos constituintes, a viscosidade, a massa volúmica, a segregação e exsudação. Deste modo, a trabalhabilidade condiciona de tal forma o desempenho do betão, mesmo após a presa, que não é de todo aceitável a comparação de betões com trabalhabilidade muito diferente [7] [8].

A trabalhabilidade dos betões é fortemente afectada pela natureza e dosagem dos adjuvantes adoptados na sua produção. Uma inadequada aplicação de SPs em betões pode resultar em valores de abaixamento não admissíveis, segregação de agregados, ou mesmo exsudação[13].

Também a forma dos agregados tem grande influência sobre a trabalhabilidade [7]. O PP, devido à sua origem, possui constituintes mais achatados e angulosos do que os agregados finos naturais ideais para a produção de betão, fatores que se consideram responsáveis pelos efeitos prejudiciais na trabalhabilidade do betão.

Confrontando duas composições de betão distintas, uma constituída unicamente por agregados naturais e outra com agregados reciclados incorporados de igual granulometria, com a mesma relação A/L aparente, verificar-se-á uma trabalhabilidade inferior do betão com agregados reciclados (BAR). Tal pode dever-se a uma elevada absorção de água, característica dos constituintes de alguns destes tipos de betão, que diminui a relação A/L efectiva e é responsável por dificuldades de transporte e aplicação em obra [8].

#### 2.1.5 ABSORÇÃO ÁGUA

A capacidade de absorção de água por um agregado resulta do quociente, em percentagem, entre a diminuição da massa de uma amostra de agregado saturado em água com as partículas com superfície seca, em estufa a 105 °C, até atingir massa constante, e a massa da amostra seca.

Em relação à utilização de agregados reciclados em betões, quanto maior for a sua absorção, maior a diferença entre a relação A/L aparente (a que é introduzida na mistura), e a efetiva, esta ultima contribui para a hidratação do cimento e para a trabalhabilidade do betão. No entanto, uma maior absorção de água pelo agregado obriga a um aumento da relação A/L aparente, o que pode implicar consequências prejudiciais para as

características mecânicas e de durabilidade do betão endurecido. A porosidade dos agregados está diretamente associada à sua absorção de água [8].

Deve ter-se em consideração o grau de saturação dos agregados na quantificação da água de amassadura. Investigadores concluíram que a trabalhabilidade inicial do betão está dependente da água livre na pasta de cimento, mas a perda de trabalhabilidade no tempo está dependente do estado de saturação dos agregados. Por outras palavras, a absorção de água dos agregados durante a mistura, embora dependa da sua porosidade, depende igualmente do teor em água dos mesmos antes de serem adicionados à mesma [14].

No que diz respeito ao teor de argila que incorpora o PP, estudou-se a influência de níveis de argila entre 0 e 4% utilizando o teste de equivalente de areia para manter os níveis de argila no intervalo pretendido. Utilizou incorporações deste agregado até 25% em amassaduras com consistência idêntica. O resultado deste estudo revelou que as tensões não foram afetadas para 25% de PP e 0% de argila. No entanto conclui-se que existe uma relação direta entre o aumento do teor de argila e a diminuição das tensões de rotura do betão [15].

A presença de argila prejudica a aderência entre o agregado e a pasta de cimento, elevando a necessidade de água para assegurar a trabalhabilidade dos betões e o atrito interno das partículas sólidas da mistura [16] Esta situação leva a que betões com estas características poderão ter um aspeto mais áspero e difícil trabalhabilidade em obra, situação esta que pode ser combatida com a utilização de plastificantes e SPs adequados à mistura.

Pode-se concluir que a presença de argila no PP leva a uma maior necessidade de água no betão, o que poderá retirar todos os efeitos positivos resultantes da sua utilização [17].

### 2.1.6 RESISTÊNCIA À TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL

A resistência à tração de uma peça de betão trata-se de uma propriedade que não depende exclusivamente da resistência mecânica dos agregados, mas também da qualidade e quantidade de ligações que se estabelecem entre estes e a matriz cimentícia, das imperfeições e microfissurações do elemento de ensaio [18].

A resistência do betão à tração, seja avaliada em tração pura, através de flexão ou por compressão diametral, é fundamentalmente influenciada pela tensão de rotura à tração dos agregados, podendo também ser afetada pela rugosidade da sua superfície e pela sua angulosidade. É uma característica que, tendencialmente, aumenta com a dosagem de cimento e diminui com a relação A/L do betão [7].

Quando se regista uma redução na resistência à tração de um BAR em relação ao respetivo betão de referência sem agregados reciclados, é mais provável que se deva a um aumento da relação A/L para compensação da absorção de água dos AFRs e da perda de trabalhabilidade pela sua incorporação.

Para a resistência à tração, a zona de transição entre os agregados e a pasta de cimento hidratada deve ser cuidadosamente considerada. A referida interface não é exclusiva dos agregados grossos, sendo também estabelecida para os finos. No entanto, as características mineralógicas dos agregados finos não deverão ser descuradas, pois possuem grande influência sobre a microestrutura da zona de transição, podendo até contribuir para a sua densificação.

É possível que o uso do PP contribua para aumentar a rigidez da matriz cimentícia, por alterações na zona de interação pasta/agregado, seja pela sua maior rugosidade que melhora a aderência pasta/agregado, seja pelo melhor preenchimento dos poros proporcionado pelas frações de menor dimensão.

### 2.1.7 MÓDULO DE ELASTICIDADE

O módulo de elasticidade do betão é essencialmente influenciado pelo teor da pasta de cimento e pelo dos agregados, assim como pelas ligações entre estes dois constituintes e ainda pela sua organização, ou seja, pelos poros e vazios, que se refletem na compacidade da mistura e interferem na sua rigidez e deformabilidade [7].

As demais propriedades dos agregados, que não o seu módulo de elasticidade, podem igualmente influenciarem o módulo de elasticidade do elemento de betão final. A alteração do comportamento elástico, por microfissuração da zona de interface, depende também da forma, textura superficial, granulometria e composição mineralógica [18]; [19].

Considerando que os módulos de elasticidade dos constituintes de betão se encontram relacionados com as suas resistências à compressão, bem como com a sua porosidade, depreende-se o motivo da afinidade entre esta característica e a resistência à compressão e a massa volúmica do betão [19].

O módulo de elasticidade de betões constituídos por agregados reciclados é menor do que o dos betões com agregados naturais porque a deformabilidade da pasta de cimento e finos é, geralmente, maior nos primeiros. Tal deve-se, no caso de agregados provenientes de mármore, ao recurso habitual de um aumento da relação A/L, para corrigir a redução de trabalhabilidade o que provoca a diminuição do módulo de elasticidade da pasta.

Analisou-se o efeito da incorporação de agregados reciclados, grossos e finos, no módulo de elasticidade de betões. Verificou que a incorporação de agregados finos reciclados originou betões com maiores valores de módulo de elasticidade e que, em contrapartida, a substituição de agregados grossos naturais por agregados grossos reciclados foi prejudicial neste sentido. A autora verificou no estudo efetuado que para percentagens de 100% de agregados grosso reciclados o módulo de elasticidade foi o mais desfavorável. A melhor interação agregado/pasta é avançada como a justificação para o

melhor desempenho dos betões com AFRs, enquanto que a maior porosidade aliada à dimensão dos agregados grossos reciclados são apontadas como principais fatores redutores do módulo de elasticidade [20].

#### 2.1.8 RESISTÊNCIA AO DESGASTE

A resistência ao desgaste por abrasão é uma característica fundamental em elementos / estruturas de betão sujeitas ao contacto com agentes abrasivos [7].

Apesar de a dureza e a rugosidade dos agregados grossos influenciarem positivamente a resistência à abrasão de betões, são, essencialmente, a resistência da pasta constituída pelos agregados finos e pelo cimento e a ligação entre esta e os agregados grossos que condicionam essa propriedade. A resistência ao desgaste é influenciada por aspetos como a diminuição da relação A/L, o aumento do teor de cimento, o evitar a perda prematura da água da pasta de cimento ou a excessiva diluição desta na superfície do betão. Ainda assim, em relação à resistência à abrasão de BAR, destacam-se os aspetos que mais intervêm para a resistência da pasta, tal como a relação A/L efetiva, a porosidade / irregularidade da superfície dos agregados ou o teor de ligante [7]; [8].

#### 2.1.9 TEOR DE AR

Em relação ao teor de ar do betão verificou-se que, muito provavelmente devido ao maior teor de material pulverento nos agregados britados em relação aos naturais, existia uma redução do teor de ar incorporado nas argamassas produzidas com areia britada relativamente às produzidas com areia natural [21].

De acordo com outros investigadores podem-se encontrar vazios preenchidos por ar dentro do betão de duas formas: através de bolhas de ar incorporado ou através de vazios de ar aprisionado. As bolhas de ar



incorporado possuem dimensões entre 100µm e 1mm de diâmetro, enquanto os vazios de ar aprisionado são maiores, ficando entre 1mm e 10 mm. Estes últimos, que na maioria das vezes são causados por deficiência nas dosagens e escolha dos materiais, são nefastos à qualidade final do betão, podendo comprometer as propriedades mecânicas de resistência à compressão e módulo de elasticidade. Outro aspecto negativo em relação à presença de vazios de ar aprisionado no betão é a aparência final, com a formação de macro-bolhas superficiais [22].

Quanto às bolhas de ar incorporado, podem ter duas origens. A primeira, com a natural incorporação de pequenas quantidades de ar, disseminadas através de micro-bolhas na massa do betão. A segunda, através da utilização de adjuvantes incorporadores de ar.

A incorporação denominada natural, bem como a presença de vazios de ar incorporado advém de factores como tipo e finura dos aglomerantes e agregados miúdos, dosagem dos materiais, tipo e grau de adensamento aplicado, temperatura e tempo de mistura do betão.

A incorporação através de adjuvantes dá-se em casos especiais com os objetivos de redução do tamanho das macro-bolhas (vazios de ar aprisionado), aumento da trabalhabilidade do betão, redução do consumo de cimento e melhoria da qualidade do betão quanto a ação de gelo e degelo. Dentro de limites aceitáveis, para incorporações de até 6% através de adjuvantes, a cada incremento da incorporação de ar em 1% pode-se permitir a redução da água da mistura em até 3% e a percentagem de areia em até 1% levando a melhorias na resistência à compressão simples do betão [22].

### 2.1.10 EXSUDAÇÃO

A exsudação trata-se do fenómeno da migração de água e ar para a superfície, com a formação de uma película de água superficial. Está essencialmente ligada com a relação água/ligante e com a distribuição granulométrica do ligante e com interação ligante-superplastificantes. Como consequência poderão ocorrer superfícies de betão irregulares e porosas, resistência superficial inadequada às acções ambientais e mecânicas e eflorescências à superfície.

Assim sendo, exsudação é, fundamentalmente, o fenómeno de separação da água e do ar do resto do betão.

Esta é fácil de se referenciar pelo aparecimento de água superficial no betão, conferindo-lhe um aspecto brilhante, podendo ocorrer este fenómeno devido:

- Água das chuvas ou outras infiltrações externas;
- À fraca presença de finos no global dos agregados (teor em finos do betão);
- Baixas dosagens de cimento;
- Demasiada água contida na mistura;
- Excesso de adjuvante;

De notar que a exsudação é facilmente compreensível atendendo ao facto de na mistura dos componentes do betão, heterogénea nos constituintes, dos três elementos principais que compõem o betão o mais leve é a água e, portanto, o que mais facilmente se separa dos restantes.

As consequências da exsudação são superfícies de betão:

- Irregulares, fissuradas e porosas;
- Com resistências inadequadas às acções ambientais e mecânicas;
- Com manchas (fluorescências).

Um dos efeitos da exsudação é o assentamento plástico na superfície do betão, como observado na Figura 9.



Figura 2 – Exemplo de assentamento plástico

Para reduzir a exsudação podem ser tomadas várias medidas tais como:

- Proteger e defender o betão de infiltrações de água exterior (não se incluem águas aspergidas para efeitos da cura do betão, obviamente);
- Reduzir a água contida na mistura;
- Regular o conteúdo de finos e sua relação com a água;
- Utilizar materiais com maior relação entre a superfície e a sua massa;
- Usar estabilizadores;
- Utilizar um agente de viscosidade, ou seja, aumentar a consistência do betão;
- Optimizar a distribuição da curva granulométrica da mistura;
- Utilizar fibras;
- Utilizar SPs compatíveis com o ligante.

De notar que se o volume de água perdido por evaporação for maior que o volume de água que exsudou, podem surgir fissuras de pequena profundidade. Elas costumam ser contínuas e paralelas, separadas entre si de 30 centímetros a 1 metro, ou ainda sem orientação, com carácter aleatório, podendo ser eliminadas da superfície se estivermos antes do início de presa do cimento, com a nova vibração do betão (com o betão no estado fresco).

## 2.2 FABRICO E TRANSPORTE

A produção e o fornecimento do BAR rege-se pelos requisitos da NP EN 206-1, sendo o responsável o produtor do betão.

Para a sua fabricação é importante o produtor saber qual será a sua aplicação, para que sejam atingidos os requisitos necessários do betão durante a produção nomeadamente na utilização de plastificantes e SP.

É também importante efetuar uma inspeção visual de cada carga deste tipo de agregado, nomeadamente no que diz respeito ao módulo de finura, contaminações (argila, etc.). Deverão apenas ser recebidos no centro de produção de betão-pronto agregados que cumpram o estabelecido para as composições a ser produzidas.

Os agregados reciclados devem satisfazer os requisitos da Especificação LNEC E471 – 2009.

## **3. MATERIAIS UTILIZADOS**

### 3.1 AGREGADOS

Agregado é o material granular sem forma e volume definidos, geralmente inerte, de dimensões e propriedades adequadas para uso em obras de engenharia [23].

Na formulação de composições de betão, deve ser considerada a maior quantidade possível de agregados de modo a que as suas partículas sejam aglomeradas pela pasta de cimento, ou seja, deve ser utilizado agregado de maior dimensão possível compatível com as condições da obra, com a granulometria desde a areia fina ao agregado grosso de modo a minimizar o conteúdo de vazios como também a quantidade de pasta de cimento necessária. Assim a mistura de agregados deve ter a maior compacidade

possível o que, em geral, conduz a um volume de 70 a 80% do volume total do betão.

As propriedades essenciais que se exigem aos agregados e que influenciam o comportamento do betão são de natureza geométrica, física, térmicas e química :

- a) Geometria e dimensões proporcionadas, segundo determinadas exigências;
- b) Absorção;
- c) Porosidade;
- d) Resistência adequada às tensões;
- e) Adequadas propriedades térmicas;
- f) Propriedades químicas adequada relativamente à massa cimentícia e às solicitações exteriores;
- g) Isenção de substâncias prejudiciais;
- h) Ausência de reatividade deletéria aos álcalis.

Os agregados utilizados neste trabalho foram brita 2, brita 1, resultantes do reaproveitamento do mármore depositado em escombreira, provenientes da zona de Bencatel (Vila Viçosa), PP (areia britada) da mesma proveniência, areia fina, siliciosa, de origem natural e proveniente da zona de Sesimbra e areia grossa natural, também siliciosa proveniente da zona de Melides.

No anexo A encontram-se as fichas técnicas dos agregados.

### 3.1.1 MASSA VOLÚMICA E ABSORÇÃO DE ÁGUA

A massa volúmica do betão no estado fresco reflete as massas volúmicas dos seus constituintes e o seu grau de compactação. O aumento do índice de vazios do betão também poderá contribuir para a diminuição da massa volúmica deste tipo de betão face ao convencional.

Os valores inscritos na tabela 1 foram obtidos através do método do cesto de rede metálica, picnômetro e pelos fornecedores de agregados.

Tabela 1 - Massas volúmicas a absorção dos agregados

| <b>Agregado</b>             | <b>Brita 2</b> | <b>Brita 1</b> | <b>Pó de Pedra</b> | <b>Areia Fina<br/>0/1</b> | <b>Areia Grossa<br/>0/4</b> |
|-----------------------------|----------------|----------------|--------------------|---------------------------|-----------------------------|
| <b>MVimpermeável(kg/m³)</b> | 2741           | 2754           | 2710               | 2630                      | 2620                        |
| <b>MV sat (kg/m³)</b>       | 2726           | 2725           | 2690               | 2610                      | 2600                        |
| <b>MV seca (kg/m³)</b>      | 2718           | 2710           | 2680               | 2600                      | 2590                        |
| <b>Absorção, %</b>          | 0,31           | 0,59           | 0,40               | 0,40                      | 0,40                        |

### 3.1.2 RESISTÊNCIA MECÂNICA

O agregado influi em todas as propriedades do betão, e especialmente na sua resistência através da composição granulométrica, da sua própria tensão de rotura e da resistência da ligação entre a pasta de cimento e a sua superfície.

### 3.1.3 FORMA DAS PARTÍCULAS

A forma das partículas influi muito sobre as propriedades do betão tais como trabalhabilidade, ângulo de atrito interno, compacidade e, em última análise, sobre todas as que dependem da quantidade da água de amassadura.

### 3.1.4 DETERMINAÇÕES NECESSÁRIAS PARA O CÁLCULO DA COMPOSIÇÃO DO BETÃO

Para o cálculo da composição do betão, isto é, para a determinação das quantidades dos componentes, em peso por unidade de volume do betão, é necessário conhecer:

- Massa volúmica das partículas saturadas com a superfície seca;
- Absorção;
- Humidade;
- Granulometria.

### 3.1.5 GRANULOMETRIA

No anexo B apresentam-se as curvas granulométricas dos agregados efetuadas de acordo com a NP EN 933-1:2000.

A granulometria é talvez a propriedade mais importante do agregado, a seguir à sua resistência. É ela que condiciona a compacidade do betão, e portanto todas as propriedades deste material.

Chama-se granulometria à distribuição das percentagens das partículas de determinadas dimensões que compõem o agregado.



Figura 3 – Brita 1 e 2

## 3.2 CIMENTO

O clínquer Portland, o principal constituinte do cimento Portland, é obtido a partir de uma mistura devidamente proporcionada de calcário (carbonato de cálcio), argila (silicatos de alumínio e ferro) e, eventualmente, outra ou outras substâncias apropriadas ricas em sílica, alumina ou ferro, reduzida a pó muito fino, que se sujeita à ação de temperaturas da ordem de 1450°C, obtidos geralmente em grandes fornos rotativos.

Pode-se resumir as transformações sofridas pelas matérias-primas pela ação da temperatura até à obtenção do clínquer.

A operação final da fabricação do cimento é a redução do clínquer a pó, de modo a aumentar a superfície do material em contacto com a água, pois só os componentes que ocupam a superfície do grão estão em condições de reagir, misturando também sulfato de cálcio ou outros constituintes.

A seleção do cimento teve os seguintes critérios: estar disponível no mercado, ser do tipo II e ser o cimento mais utilizado na indústria do betão pronto.

O cimento II/A-L 42,5 R utilizado, constituído por clínquer, gesso e calcário moído (fíler), foi produzido pela CIMPOR no Centro de Produção de Alhandra.

### 3.2.1 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E MINERALÓGICAS DO CIMENTO

As determinações das características químicas do cimento foram efectuadas de acordo com os procedimentos descritos na norma NP EN 196-2:2006, "Métodos de ensaio de cimentos. Parte 2: Análise química dos cimentos".

No anexo C encontra-se a ficha técnica do cimento II/A-L 42,5 R, bem como o controlo estatístico.



### 3.2.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO CIMENTO

#### Massa volúmica

A massa volúmica e a finura são características muito importantes no comportamento reológico dos sistemas cimentícios, sendo fundamental para calcular corretamente a composição do betão. A finura é um parâmetro essencial na capacidade de adsorção superficial dos materiais. Estas características podem ser determinadas seguindo os procedimentos da norma NP EN 196-6:1990, e LNEC E 412.

O cimento é avaliado pelas suas tensões de rotura: esta é a característica mais importante que o cimento deve possuir, para avaliações correntes. Todas as especificações fixam os valores mínimos desta característica do cimento.

### **3.3 CINZAS VOLANTES**

O material que constitui as cinzas volantes solidifica em suspensão nos gases de escape dos queimadores, sendo coletado por precipitadores eletrostáticos ou removido por filtração mecânica. A solidificação em suspensão num fluxo gasoso leva a que as partículas sejam tendencialmente esféricas, em muitos casos ocas, com dimensões que variam dos 0.5  $\mu\text{m}$  aos 100  $\mu\text{m}$ . Dada a sua origem nas impurezas minerais contidas no carvão, as cinzas são maioritariamente constituídas por dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ), óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) e óxido de ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), sendo por isso uma interessante fonte de alumínio e silício para geopolímeros. Exibem também atividade pozolânica, reagindo à temperatura normal e em presença de água com o hidróxido de cálcio e com álcalis para formar hidratos de silicato de cálcio, compostos com capacidade de presa, isto é, que atuam como cimento em agregados. A designação de volantes resulta da leveza das partículas, as quais, na ausência de dispositivos de filtração, seriam arrastadas pelos gases para a atmosfera como fumo.

As cinzas volantes podem ser usadas no betão como substituto parcial do cimento e como correção da granulometria do inerte fino ou nas duas funções em simultâneo. Regra geral, a primeira aplicação é a mais interessante, por permitir economia de cimento. Podem diminuir também a exsudação, facilitar a bombagem, retardar o início de presa e, ao contrário do que acontece com as outras pozolanas, faz aumentar a trabalhabilidade.

Quando a percentagem de cinzas volantes é superior a 30 ou 40%, o betão resiste melhor à ação dos sulfatos e à reação expansiva entre a sílica do inerte e os álcalis do cimento, mas a resistência mecânica aos 28 dias pode começar a diminuir. As cinzas com baixo teor em óxido de cálcio são especialmente indicadas para o fabrico de betões resistentes a estas ações agressivas.

Em anexo, encontra-se a ficha técnica das cinzas volantes e uma análise química (Anexo D).

### 3.4 PÓ DE MÁRMORE

O processamento da pedra natural produz grandes quantidades de resíduos, em particular sólidos, que são depositados em aterros ao ar livre - escombrelas, promovendo a ocorrência de impactos paisagísticos consideráveis e constituem um encargo para as empresas.

Uma alternativa para redução dos problemas associados à extração da areia natural e disposição dos resíduos das pedreiras tem sido a produção de areia artificial a partir dos resíduos gerados no processo de britagem para a produção de brita [18]. A areia obtida a partir da britagem de rochas (denominada neste trabalho de pó de pedra), apresenta considerável potencial de crescimento. Esses factos justificam e incentivam o desenvolvimento de estudos que verifiquem a viabilidade do emprego do pó de pedra na produção de betão – figura 3.

Um facto limitador ao emprego disseminado do PP pode ser sua quantidade de finos, o que justifica seu uso ainda reduzido. Historicamente, a areia de rocha, era um material pouco desejável devido à sua elevada aspereza e pela ocorrência de silte e argila. Esta presença prejudica a aderência entre o agregado e a pasta de cimento, elevando a necessidade de água de trabalhabilidade dos betões e o atrito interno das partículas sólidas da mistura. Como consequência, os autores salientam que ocorre um elevado consumo de cimento nos betões, para se atingir um mesmo nível de resistência à compressão, quando se utiliza o tipo de agregado em questão em substituição à natural. Os mesmos autores chamam a atenção pelo facto de o betão resultante poder ser um material de custo mais elevado e mais áspero, mais difícil de ser trabalhado na obra ou ao ser bombeado, o que pode ser combatido com o uso de aditivos plastificantes [16].

No anexo E encontra-se a ficha técnica do PP realizada pelo Laboratório Central do Grupo CIMPOR.



Figura 4 – Pó de Pedra

### 3.5 ADJUVANTES

Designa-se por adjuvante a substância utilizada em percentagem inferior a 5% da massa do cimento, adicionada durante a amassadura aos componentes normais das argamassas e betões, com a finalidade de, de algum modo, modificar as propriedades destes. São assim classificados os plastificantes e SPs como adjuvantes redutores de água de amassadura, devido aos efeitos conferidos ao betão, como o aumento da tensão de rotura, à possibilidade de diminuição da dosagem de cimento mantendo a resistência e a trabalhabilidade, ao aumento da trabalhabilidade para as mesmas dosagens de água e cimento e à diminuição da permeabilidade [7].

Foram utilizados dois tipos de adjuvantes, um é agente plastificante utilizado para betão fluido, sendo um produto inovador, consiste na mistura de polímeros solúveis em água que modificam as propriedades reológicas do betão. Os polímeros ajustam a viscosidade da pasta para obter uma melhor estabilização. Estes adjuvantes, de acordo com as informações dos fornecedores as dosagens recomendadas situam-se entre 0,1 e 1,5% sobre o peso do cimento (ligante).

O outro adjuvante é um SP de nova geração, com um mecanismo de libertação gradual proporcionado pelas cadeias de éter carboxílico. A dosagem recomendada pelo fornecedor, situa-se entre 0,3 e 2,0 kg por 100kg de finos inferiores a 0,1 mm.

No anexo F encontram-se as fichas técnicas dos adjuvantes.

A campanha com adjuvantes da marca GR foi interrompida, uma vez que o produto deixou de estar disponível no mercado Português.

A utilização dos adjuvantes é tão antiga como a do próprio cimento, ou dos ligantes hidráulicos. Os romanos utilizavam já o sangue, a clara do ovo, a banha e o leite como adjuvantes no betão de pozolana, talvez com o fim de melhorar a trabalhabilidade. Hoje sabe-se que estas substâncias provocam a introdução de ar, sob a forma de bolhas, o que pode ter contribuído para aumentar a duração do betão romano.

Um adjuvante, que se adiciona ao betão em quantidades inferiores a 5% da massa do cimento, possui, simultaneamente, várias propriedades. Por exemplo, certos plastificantes redutores da água de amassadura podem ser também retardadores da presa; como permitem diminuir a dosagem de água, aumentam a tensão de rotura, diminuem a permeabilidade e diminuem a fluência. Um agente introdutor de ar, aumenta a resistência à ação alternada da congelação e descongelação, pela formação de bolhas de ar, tem por efeito secundário aumentar a trabalhabilidade do betão antes da presa e diminuir a sua capilaridade.

Devido ao facto, que se acaba de referir a classificação racional dos adjuvantes é dificultada por aquela multiplicidade de efeitos e, por isso, é necessário determinar ou atribuir-lhe uma ação principal.

Os agentes redutores de água (ou plastificantes) tornam os cimentos hidrófilos, e os introdutores de ar tornam-nos hidrófobos, mas ambos os tipos reduzem a água e fluidificam o betão fresco. As causas da redução da água e da fluidificação são totalmente diferentes para os dois tipos de adjuvantes citados.

### 3.6 ÁGUA

A água utilizada provém da rede pública. Sendo uma água potável e de acordo com a NP EN 1008:2003 [6] é apta para o fabrico de betão. Ainda assim, não foi caracterizada por não se considerar relevante a contribuição das características da água utilizada para este trabalho.

## **4. FASE EXPERIMENTAL**

### **4.1 RECOLHA E PREPARAÇÃO DE CONSTITUINTES**

Esta fase da campanha experimental consistiu na recolha e preparação de todo o material necessário para a realização dos ensaios - agregados naturais e reciclados, cimento, cinzas e adjuvantes.

Os agregados foram recolhidos e separadamente armazenados em baias no laboratório central da IBERA SA, de forma a evitar a contaminação ou saturação dos mesmos. Quanto ao cimento e cinzas volantes, são os disponíveis na mesma empresa e cujas fichas técnicas se anexam.

Quanto aos adjuvantes são os existentes no mercado português e com potenciais resultados no tipo de betão em estudo.

### **4.2 REQUISITOS DA COMPOSIÇÃO**

As composições foram calculadas com o auxílio do programa Matwin, desenvolvido pelo LNEC.

As composições foram definidas para responder aos seguintes propósitos:

1. Avaliação da influência de SPs em diversas propriedades mecânicas dos betões com agregados finos reciclados através da comparação com os betões com agregados naturais. Para tal, foram definidos 5 grupos de betão, um por substituição de agregados finos naturais por PP, e, dentro destes, 5 níveis distintos por diferentes adjuvantes. Com o uso destes produtos, pretende-se contornar o requisito de aumento de água de amassadura devido ao uso de agregados reciclados e conseguir relações água / cimento menores;
2. Avaliar os custos que estão associados às composições com cimento e as respectivas adições;

Resumidamente, os 5 grupos de betão referidos são:

- **B<sub>Ri</sub>** - betão de referência em produção no centro de produção com agregados naturais;
- **B<sub>i</sub>, 25** - betão produzido com recurso a uma incorporação de 25% PP;
- **B<sub>i</sub>, 50** - betão produzido com recurso a uma incorporação de 50% PP;
- **B<sub>i</sub>, 75** - betão produzido com recurso a uma incorporação de 75% PP;
- **B<sub>i</sub>, 100** - betão produzido com recurso a uma incorporação de 100% PP.

Para cada grupo de betão (i) existem 5 taxas de alterações de adjuvantes:

- **B1** – Utilização de adjuvantes GR
- **B2** – Utilização de adjuvantes MP;
- **B3** – Utilização de adjuvantes SK;
- **B4** – Utilização de adjuvantes BF;
- **B5** – Utilização de adjuvantes CY.

Existem princípios básicos para a obtenção da composição, para se obter uma combinação de propriedades requeridas para o betão, devem adoptar-se os seguintes princípios:

- A fluidez e a viscosidade da pasta devem ser ajustadas e equilibradas através da proporção do cimento e adições, limitando-se a relação água/finos e adicionando depois um SP e (opcionalmente) um agente modificador de viscosidade, para obter uma boa capacidade de passagem entre as armaduras e elementos embebidos, e uma adequada resistência à segregação;
- A pasta é o veículo para o transporte dos agregados; assim, o seu volume deve ser maior que o volume de vazios dos agregados já que desse modo todas as partículas individuais dos agregados serão totalmente recobertas e lubrificadas por uma camada da mesma;
- A relação entre agregados grossos e finos na mistura deve ser tal que cada partícula grossa possa ficar plenamente recoberta por uma camada de argamassa. Isto reduz a possibilidade de bloqueamento

e a segregação dos agregados quando o betão passa através de aberturas estreitas ou nos intervalos entre a armadura.

Para avaliar e comparar as características mecânicas em estudo, fixou-se a variável trabalhabilidade. Na presente investigação e para permitir um adequado isolamento desta variável, foi adotado um leque de resultados com abaixamentos admissíveis de  $200 \pm 20$  mm.

Além da trabalhabilidade fixou-se a dosagem de ligante em  $380 \text{ Kg/m}^3$ , sendo acertada a relação A/L de todos os betões para atingir trabalhabilidades dentro do intervalo pretendido.

### **4.3 PRODUÇÃO DOS BETÕES**

As amassaduras com o volume de 35 l foram efectuadas na misturadora que a figura 7 ilustra.

A betoneira possui as seguintes características: eixo vertical, pás simples e de 39 rpm, tendo uma capacidade máxima para efetuar misturas de 50 litros.



Figura 5 - Misturadora utilizada na produção dos betões



A entrada dos constituintes processou-se com a seguinte ordem:

1. Colocaram-se os agregados grossos secos;
2. Adicionou-se o cimento e as adições;
3. Juntou-se a água;
4. Colocou-se o SP;
5. Estes constituintes foram amassados durante 10 minutos e de seguida adicionaram-se os agregados finos;
6. A amassadura teve um tempo total de 20 minutos.

Foram efectuadas amassaduras para as seguintes composições:

Tabela 2 – Denominação de composições, a partir do adjuvante e do teor de pó de pedra

| Designação              | GR      | MP      | SK      | BF      | CY      |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <b>Agregado Natural</b> | BR1     | BR2     | BR3     | BR4     | BR5     |
| <b>25% Pó Pedra</b>     | B1, 25  | B2, 25  | B3, 25  | B4, 25  | B5, 25  |
| <b>50% Pó Pedra</b>     | B1, 50  | B2, 50  | B3, 50  | B4, 50  | B5, 50  |
| <b>75% Pó Pedra</b>     | B1, 75  | B2, 75  | B3, 75  | B4, 75  | B5, 75  |
| <b>100% Pó de Pedra</b> | B1, 100 | B2, 100 | B3, 100 | B4, 100 | B5, 100 |

As quantidades dos constituintes fixos utilizados estão inscritas na tabela 3.

Tabela 3 – Dosagem de ligante

| Designação             | kg/m <sup>3</sup> |
|------------------------|-------------------|
| <b>Cimento</b>         | 323               |
| <b>Cinzas Volantes</b> | 57                |

As quantidades dos adjuvantes utilizados estão inscritas na tabela 4.

Tabela 4 – Dosagem de adjuvantes

| <b>Marca</b> | <b>Designação</b>      | <b>kg/m<sup>3</sup></b> |
|--------------|------------------------|-------------------------|
| <b>GR</b>    | <b>MIRA 44S</b>        | 2,66                    |
|              | <b>ADVA 445</b>        | 2,66                    |
| <b>MP</b>    | <b>MAPEPLAST R10</b>   | 2,28                    |
|              | <b>DYNAMON SX 14</b>   | 3,42                    |
| <b>SK</b>    | <b>VISCOCRETE 3005</b> | 4,18                    |
| <b>BF</b>    | <b>POZZOLITH 540</b>   | 2,66                    |
|              | <b>GLENIUM SKY 548</b> | 3,04                    |
| <b>CY</b>    | <b>OPTIMA 225</b>      | 4,56                    |

Apenas foi utilizado um SP da marca SK e CY sem utilização de agente plastificante por recomendação técnica dos produtores dos mesmos.

As quantidades dos agregados utilizados estão inscritas na tabela 5.

Tabela 5 – Dosagem de agregados (kg/m<sup>3</sup>)

| <b>Designação</b>       | <b>BRi</b> | <b>Bi, 25</b> | <b>Bi, 50</b> | <b>Bi, 75</b> | <b>Bi, 100</b> |
|-------------------------|------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| <b>Pó de Pedra</b>      | -----      | 215           | 436           | 645           | 860            |
| <b>Areia Grossa 0/4</b> | 526        | -----         | -----         | -----         | -----          |
| <b>Areia Fina 0/1</b>   | 283        | 645           | 436           | 215           | -----          |
| <b>Brita 1</b>          | 528        | 503           | 503           | 515           | 525            |
| <b>Brita 2</b>          | 513        | 498           | 498           | 498           | 498            |

As quantidades de incorporação de água e relação água/ligante para a amassadura de referência estão inscritas na tabela 6 (Kg/m<sup>3</sup>)

Tabela 6 – Dosagem de água para composição de referência

| <b>Composição</b> | <b>Água</b> | <b>A/L</b> |
|-------------------|-------------|------------|
| <b>BR1</b>        | -----       | -----      |
| <b>BR2</b>        | 167         | 0,53       |
| <b>BR3</b>        | 174         | 0,55       |
| <b>BR4</b>        | 177         | 0,56       |
| <b>BR5</b>        | 168         | 0,53       |

As quantidades de incorporação de água e relação água/ligante para uma percentagem de 25% de PP estão inscritas na tabela 7 (Kg/m<sup>3</sup>)

Tabela 7 – Dosagem de água para composição com 25% de PP

| <b>Composição</b> | <b>Água</b> | <b>A/L</b> |
|-------------------|-------------|------------|
| <b>B1</b>         | -----       | -----      |
| <b>B2</b>         | 180         | 0,57       |
| <b>B3</b>         | 174         | 0,55       |
| <b>B4</b>         | 180         | 0,57       |
| <b>B5</b>         | 180         | 0,57       |

As quantidades de incorporação de água e relação água/ligante para uma percentagem de 50% de PP estão inscritas na tabela 8 (Kg/m<sup>3</sup>)

Tabela 8 – Dosagem de água para composição com 50% de PP

| <b>Composição</b> | <b>Água</b> | <b>A/L</b> |
|-------------------|-------------|------------|
| <b>B1</b>         | 157         | 0,50       |
| <b>B2</b>         | 154         | 0,49       |
| <b>B3</b>         | 145         | 0,46       |
| <b>B4</b>         | 159         | 0,50       |
| <b>B5</b>         | 160         | 0,51       |

As quantidades de incorporação de água e relação água/ligante para uma percentagem de 75% de PP estão inscritas na tabela 9 (Kg/m<sup>3</sup>)

Tabela 9 – Dosagem de água para composição com 75% de PP

| <b>Composição</b> | <b>Água</b> | <b>A/L</b> |
|-------------------|-------------|------------|
| <b>B1</b>         | -----       | -----      |
| <b>B2</b>         | 167         | 0,53       |
| <b>B3</b>         | 157         | 0,50       |
| <b>B4</b>         | 170         | 0,54       |
| <b>B5</b>         | 181         | 0,58       |

As quantidades de incorporação de água e relação água/ligante para uma percentagem de 100% de PP estão inscritas na tabela 10 (Kg/m<sup>3</sup>)

Tabela 10 – Dosagem de água para composição com 100% de PP

| <b>Composição</b> | <b>Água</b> | <b>A/L</b> |
|-------------------|-------------|------------|
| <b>B1</b>         | -----       | -----      |
| <b>B2</b>         | 218         | 0,69       |
| <b>B3</b>         | 153         | 0,48       |
| <b>B4</b>         | 217         | 0,69       |
| <b>B5</b>         | 193         | 0,61       |

Uma vez terminado o processo de mistura, a massa de betão é colocada nos respectivos moldes preparados com óleo descofrante. Posteriormente, é efectuada a vibração com recurso a um vibrador mecânico, processo que uniformiza e expulsa o ar ocluído no betão. Após a vibração, com uma espátula, é regularizada a superfície do betão e, completadas  $24 \pm 4$  h, os provetes são desmoldados, imersos e dá-se início à sua cura em tanques com água à temperatura  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

No anexo G poderá ser visualizado o quadro geral de composições.

## **5. ENSAIOS**

### **5.1 EQUIVALENTE AREIA**

O objectivo deste ensaio consiste em agitar energicamente uma amostra de PP numa proveta contendo solução diluída e, após o repouso, determinar a relação entre o volume aparente de areia (h) e volume aparente de areia mais o de finos que se separam da areia (H):  **$EA = h/H \times 100$** .



Figura 6 – Ensaio de equivalente de areia

### **5.2 BETÃO ESTADO FRESCO**

Durante esta fase experimental, foram realizados os seguintes ensaios sobre o betão fresco, possíveis de realizar no laboratório da IBERA SA:

- ensaio de abaixamento (cone de Abrams), de acordo com a norma **NP EN 12350-2 (2009)**;
- Verificação do teor de ar, de acordo com a norma **NP EN 12350-7 (2009)**;
- exsudação por método expedito.

Através do **ensaio de abaixamento do cone de Abrams**, poderá ser avaliada a trabalhabilidade do betão sendo esta uma das propriedades mais avaliadas do produto no estado de fresco. Este controlo pode ser facilmente

realizado nos locais de aplicação do betão sem recurso a equipamentos de laboratório complexos.

Foi verificada a trabalhabilidade imediatamente após amassadura, ao fim de 45 e 90 minutos de modo a simular tempos de transporte e avaliar comportamento do betão ao fim do tempo em questão.

Para determinar **o teor de ar** introduzido no betão utiliza-se-se um aérometro, cujo princípio de funcionamento se baseia na relação entre o volume de ar e a pressão que lhe está aplicada, a temperatura constante, de acordo com a lei de Boyle-Mariotte. No processo de ensaio coloca-se a amostra dentro de um contentor hermético, de volume conhecido, e aplica-se uma pressão conhecida. Devido ao aumento de pressão, acima da pressão atmosférica, o volume do ar presente no betão diminui, sendo essa diminuição lida directamente do aparelho que se encontra graduado directamente em percentagem de ar.

Foi registada a **exsudação** em moldes para provetes cúbicos com 15 cm de aresta, colocados em câmara húmida. Foi medida a exsudação de água em gramas ao fim de 1 e 3 horas e feita a relação da água acumulada na superfície e a quantidade de água da amostra.

Os moldes foram cobertos com um filme plástico e a água exsudada foi retirada da superfície do provete, sendo posteriormente pesada numa balança digital, para o intervalo de tempo atrás referido.

### 5.3 BETÃO ESTADO ENDURECIDO

O conhecimento sobre as propriedades do betão no estado endurecido assume preponderância, atendendo a que é esse o estado em que é utilizado.

A resistência mecânica dos betões foi medida por meio do ensaio de resistência à compressão efectuado de acordo com a norma NP EN 12390-3 (2009). Estes ensaios foram realizados em cubos de 150 mm de aresta.

Os ensaios à compressão foram efectuadas na Prensa, Tridente, Modelo SCP 3000 e com o número de série SCP 0209, figura 4 e o certificado de calibração encontra-se no anexo H. Foram executados ensaios à compressão às 1, 3, 7 e 28 dias, na quantidade de 2, 1, 2 e 2 provetes respetivamente.

Todos os resultados obtidos serão apresentados ao longo do capítulo 6.

## **6. RESULTADOS OBTIDOS**

### **6.1 EQUIVALENTE AREIA**

Os valores obtidos no ensaio do equivalente de areia para o PP encontram-se inscritos na tabela 11.

Tabela 11 – Resultados dos ensaios do equivalente de areia do PP.

| <b>Designação</b>   | <b>Proveta 1</b> | <b>Proveta 2</b> | <b>Proveta 3</b> | <b>Proveta 4</b> |
|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>H (mm)</b>       | 173,46           | 166,62           | 96,37            | 152,80           |
| <b>h (mm)</b>       | 151,26           | 144,18           | 83,88            | 135,03           |
| <b>EA (%)</b>       | 87,20            | 86,53            | 87,04            | 88,37            |
| <b>EA Médio (%)</b> | 87,29            |                  |                  |                  |



Figura 7 – Teor de finos no ensaio equivalente de areia

## 6.2 BETÃO FRESCO

### 6.2.1 – ENSAIO DE ABAIXAMENTO

Os valores obtidos nos ensaios de abaixamento do betão encontram-se inscritos na tabela 12. Seguidamente encontram-se fotografias referentes ao abaixamento dos respectivos betões e pormenores das frentes do espalhamento dos betões ensaiados, para visualização de sinais de segregação.

Tabela 12 – Resultados dos ensaios de abaixamento do betão de referência.

| Designação                     | BR 1 | BR 2 | BR 3 | BR 4 | BR 5 |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|
| <b>Abaixamento 0 min (mm)</b>  | ---- | 210  | 210  | 205  | 210  |
| <b>Abaixamento 45 min (mm)</b> | ---- | 190  | 140  | 190  | 190  |
| <b>Abaixamento 90 min (mm)</b> | ---- | 140  | 40   | 130  | 110  |



Tabela 13 – Resultados dos ensaios de abaixamento do betão com incorporação de 25% PP.

| Designação              | B1, 25 | B2, 25 | B3, 25 | B4, 25 | B5, 25 |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Abaixamento 0 min (mm)  | ----   | 210    | 210    | 210    | 200    |
| Abaixamento 45 min (mm) | ----   | 160    | 130    | 170    | 200    |
| Abaixamento 90 min (mm) | ----   | 100    | 0      | 140    | 130    |

Tabela 14 – Resultados dos ensaios de abaixamento do betão com incorporação de 50% PP.

| Designação              | B1, 50 | B2, 50 | B3, 50 | B4, 50 | B5, 50 |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Abaixamento 0 min (mm)  | 220    | 200    | 220    | 220    | 220    |
| Abaixamento 45 min (mm) | 215    | 180    | 215    | 200    | 215    |
| Abaixamento 90 min (mm) | 130    | 90     | 80     | 115    | 185    |

Tabela 15 – Resultados dos ensaios de abaixamento do betão com incorporação de 75% PP.

| Designação              | B1, 75 | B2, 75 | B3, 75 | B4, 75 | B5, 75 |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Abaixamento 0 min (mm)  | ----   | 220    | 220    | 220    | 215    |
| Abaixamento 45 min (mm) | ----   | 190    | 40     | 190    | 160    |
| Abaixamento 90 min (mm) | ----   | 95     | 0      | 135    | 90     |

Tabela 16 – Resultados dos ensaios de abaixamento do betão com incorporação de 100% PP.

| Designação              | B1, 100 | B2, 100 | B3, 100 | B4, 100 | B5, 100 |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Abaixamento 0 min (mm)  | ----    | 220     | 205     | 215     | 220     |
| Abaixamento 45 min (mm) | ----    | 150     | 0       | 205     | 170     |
| Abaixamento 90 min (mm) | ----    | 70      | 0       | 50      | 80      |



Figura 11 – Abaixamento inicial betão referência

|        | 0 min   | Frente espalhamento  |
|--------|---|--|
| B1, 25 | ----  | ----   |
| B2, 25 |    |    |
| B3, 25 |    |    |
| B4, 25 |   |   |
| B5, 25 |  |  |

Figura 9 – Abaixamento inicial para betão com incorporação de 25% PP



|               | 0 min   | Frente espalhamento  |
|---------------|---|--|
| <b>B1, 50</b> |    |    |
| <b>B2, 50</b> |    |    |
| <b>B3, 50</b> |   |   |
| <b>B4, 50</b> |  |  |
| <b>B5, 50</b> |  |  |

Figura 10 – Abaixamento inicial para betão com incorporação de 50% PP











|               | 0 min   | Frente espalhamento  |
|---------------|---|--|
| <b>B1, 75</b> | -----   | -----  |
| <b>B2, 75</b> |    |    |
| <b>B3, 75</b> |    |    |
| <b>B4, 75</b> |  |  |
| <b>B5, 75</b> |  |  |

Figura 11 – Abaixamento inicial para betão com incorporação de 75% PP








|                | 0 min   | Frente espalhamento  |
|----------------|---|--|
| <b>B1, 100</b> | -----   | -----  |
| <b>B2, 100</b> |    |    |
| <b>B3, 100</b> |    |    |
| <b>B4, 100</b> |   |   |
| <b>B5, 100</b> |  |  |

Figura 12 – Abaixamento inicial para betão com incorporação de 100% PP

### 6.2.2 – ENSAIO DE TEOR DE AR

Os valores obtidos nos ensaios de teor de ar do betão encontram-se inscritos nas seguintes tabelas.

Tabela 17 – Resultados do ensaio de teor de ar para a composição de referência.

| Designação   | BR1   | BR2 | BR3 | BR4 | BR5 |
|--------------|-------|-----|-----|-----|-----|
| Teor de ar % | ----- | 5,8 | 4,5 | 3,1 | 5,6 |

Tabela 18 – Resultados dos ensaios de teor de ar para as composições com incorporação de 25% PP.

| Designação   | B1, 25 | BR2, 25 | BR3, 25 | BR4, 25 | BR5, 25 |
|--------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Teor de ar % | -----  | 3,6     | 5,3     | 3,0     | 5,3     |

Tabela 19 – Resultados dos ensaios de teor de ar para as composições com incorporação de 50% PP.

| Designação   | B1, 50 | BR2, 50 | BR3, 50 | BR4, 50 | BR5, 50 |
|--------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Teor de ar % | 4,0    | 2,0     | 2,9     | 2,7     | 2,4     |

Tabela 20 – Resultados dos ensaios de teor de ar para as composições com incorporação de 75% PP.

| Designação   | B1, 75 | BR2, 75 | BR3, 75 | BR4, 75 | BR5, 75 |
|--------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Teor de ar % | -----  | 3,8     | 4,5     | 2,9     | 4,1     |

Tabela 21 – Resultados dos ensaios de teor de ar para as composições com incorporação de 100% PP

| Designação   | B1, 100 | BR2, 100 | BR3, 100 | BR4, 100 | BR5, 100 |
|--------------|---------|----------|----------|----------|----------|
| Teor de ar % | -----   | 2,5      | 2,5      | 1,8      | 3,4      |



Figura 16 – Ensaio do teor de ar

### 6.2.3 – EXSUDAÇÃO

Os valores obtidos nos ensaios de exsudação do betão encontram-se inscritos nas seguintes tabelas, sendo o valor às 3 horas relativo ao período entre 1 hora e 3 horas).

Tabela 22 – Resultados dos ensaios de exsudação para a composição de referência

| Ensaio                              | BR1   | BR2         | BR3         | BR4         | BR5         |
|-------------------------------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Massa de água da amostra (g)</b> | ----- | 570         | 590         | 598         | 570         |
| <b>1 hora (g) - média</b>           | ----- | 0,50        | 0,30        | 0,30        | 0,40        |
| <b>As/Aa (%)</b>                    | ----- | <b>0.09</b> | <b>0.05</b> | <b>0.05</b> | <b>0.05</b> |
| <b>3 horas (g) - média</b>          | ----- | 0,00        | 0,00        | 0,10        | 0,00        |
| <b>As/Aa (%)</b>                    | ----- | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,02</b> | <b>0,00</b> |

Tabela 23 – Resultados dos ensaios de exsudação para a composição com 25% PP.

| Ensaio                              | B1, 25 | B2, 25      | B3, 25      | B4, 25      | B5, 25      |
|-------------------------------------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Massa de água da amostra (g)</b> | -----  | 610         | 590         | 610         | 610         |
| <b>1 hora (g) - média</b>           | -----  | 0,70        | 0,20        | 0,80        | 0,80        |
| <b>As/Aa (%)</b>                    | -----  | <b>0.11</b> | <b>0.03</b> | <b>0.13</b> | <b>0.13</b> |
| <b>3 horas (g) - média</b>          | -----  | 0,10        | 0,00        | 0,4         | 0,00        |
| <b>As/Aa (%)</b>                    | -----  | <b>0,02</b> | <b>0,00</b> | <b>0,07</b> | <b>0,00</b> |



Tabela 24 – Resultados dos ensaios de exsudação para a composição com 50% PP.

| Ensaio                       | B1, 50      | B2, 50      | B3, 50      | B4, 50      | B5, 50      |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Massa de água da amostra (g) | 530         | 520         | 490         | 535         | 540         |
| 1 hora (g) - média           | 1,30        | 0,60        | 0,60        | 0,90        | 0,90        |
| As/Aa                        | <b>0.25</b> | <b>0,12</b> | <b>0,12</b> | <b>0,17</b> | <b>0,17</b> |
| 3 horas (g) - média          | 0,50        | 0,40        | 0,40        | 1,00        | 0,40        |
| As/Aa                        | <b>0.09</b> | <b>0,08</b> | <b>0,08</b> | <b>0,19</b> | <b>0.07</b> |

Tabela 25 – Resultados dos ensaios de exsudação para a composição com 75% PP.

| Ensaio                       | B1, 75 | B2, 75      | B3, 75      | B4, 75      | B5, 75      |
|------------------------------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Massa de água da amostra (g) | -----  | 564         | 530         | 570         | 612         |
| 1 hora (g) - média           | -----  | 0,70        | 0,50        | 0,70        | 0,90        |
| Ac/Aa                        | -----  | <b>0.12</b> | <b>0.09</b> | <b>0,12</b> | <b>0.15</b> |
| 3 horas (g) - média          | -----  | 0,20        | 0,10        | 0,30        | 0,40        |
| As/Aa                        | -----  | <b>0.04</b> | <b>0.02</b> | <b>0,05</b> | <b>0.07</b> |

Tabela 26 – Resultados dos ensaios de exsudação para a composição com 100% PP.

| Ensaio                       | B1, 100 | B2, 100     | B3, 100     | B4, 100     | B5, 100     |
|------------------------------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Massa de água da amostra (g) | -----   | 737         | 516         | 732         | 651         |
| 1 hora (g) - média           | -----   | <b>0,60</b> | <b>0,40</b> | <b>1,40</b> | <b>0,7</b>  |
| As/Aa (%)                    | -----   | 0,08        | 0,08        | 0,19        | 0,11        |
| 3 horas (g) - média          | -----   | 0,40        | 0,20        | 0,00        | 0,00        |
| As/Aa (%)                    | -----   | <b>0.05</b> | <b>0,04</b> | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> |



Figura 14 – Preparação de provetes para medição da exsudação

## 6.3 BETÃO ENDURECIDO

Os valores de tensão de rotura obtidos no ensaio à compressão dos provetes moldados estão inscritos nas tabelas seguintes.

Tabela 27 – Resultados dos ensaios à compressão para o betão de referência (MPa).

| Ensaio  | BR1   | BR2  | BR3  | BR4  | BR5  |
|---------|-------|------|------|------|------|
| 1 dia   | ----- | 23,0 | 28,1 | 23,3 | 27,0 |
| 3 dias  | ----- | 40,0 | 33,9 | 37,7 | 33,8 |
| 7 dias  | ----- | 41,6 | 35,1 | 40,0 | 33,8 |
| 28 dias | ----- | 48,7 | 47,5 | 44,1 | 42,1 |

Tabela 28 – Resultados dos ensaios à compressão para o betão com 25% PP (MPa)

| Ensaio  | B1, 25 | B2, 25 | B3, 25 | B4, 25 | B5, 25 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 dia   | -----  | 24,6   | 28,1   | 24,8   | 24,9   |
| 3 dias  | -----  | 36,0   | 35,8   | 39,1   | 33,1   |
| 7 dias  | -----  | 40,1   | 37,2   | 41,6   | 36,4   |
| 28 dias | -----  | 49,5   | 49,4   | 49,1   | 46,4   |

Tabela 29 – Resultados dos ensaios à compressão para o betão com 50% PP (MPa).

| Ensaio  | B1, 50 | B2, 50 | B3, 50 | B4, 50 | B5, 50 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 dia   | 15,0   | 14,8   | 31,2   | 18,3   | 23,0   |
| 3 dias  | 40,7   | 42,8   | 48,5   | 43,3   | 41,8   |
| 7 dias  | 50,3   | 48,1   | 52,6   | 48,1   | 45,7   |
| 28 dias | 59,3   | 55,4   | 60,5   | 58,4   | 54,1   |

Tabela 30 – Resultados dos ensaios à compressão para o betão com 75% PP (MPa)

| Ensaio  | B1, 75 | B2, 75 | B3, 75 | B4, 75 | B5, 75 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 dia   | -----  | 30,3   | 35,2   | 30,3   | 29,1   |
| 3 dias  | -----  | 39,2   | 40,3   | 34,7   | 33,2   |
| 7 dias  | -----  | 42,2   | 44,7   | 40,7   | 37,6   |
| 28 dias | -----  | 51,9   | 51,4   | 50,0   | 43,6   |

Tabela 31 – Resultados dos ensaios à compressão para o betão com 100% PP.

| Ensaio  | B1, 100 | B2, 100 | B3, 100 | B4, 100 | B5, 100 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 dia   | -----   | 33,8    | 35,7    | 22,1    | 31,1    |
| 3 dias  | -----   | 34,0    | 36,7    | 31,6    | 30,5    |
| 7 dias  | -----   | 37,0    | 41,9    | 35,5    | 37,5    |
| 28 dias | -----   | 46,5    | 46,0    | 39,9    | 45,0    |

## **7. ANÁLISE DE RESULTADOS**

De seguida, é apresentada a análise dos resultados das determinações que melhor caracterizam as propriedades definidoras dos betões produzidos e ensaiados no estado fresco e endurecido. Serão analisadas as seguintes propriedades: capacidade de preencher e de fluir, resistência à segregação e exsudação, teor de ar e resistência mecânica.

### **7.1 CARACTERÍSTICAS DO BETÃO NO ESTADO FRESCO**

Conforme indicado no subcapítulo 4.2, através da metodologia especificada pela norma NP EN 12350-2 (2009) foi estabelecido um abaixamento alvo de  $200 \pm 20$  mm. Foram acertadas as relações água / ligante de todos os betões para atingir trabalhabilidades compreendidas no intervalo designado. Os resultados obtidos são apresentados nas figuras e quadros seguintes, bem como no ANEXO G.

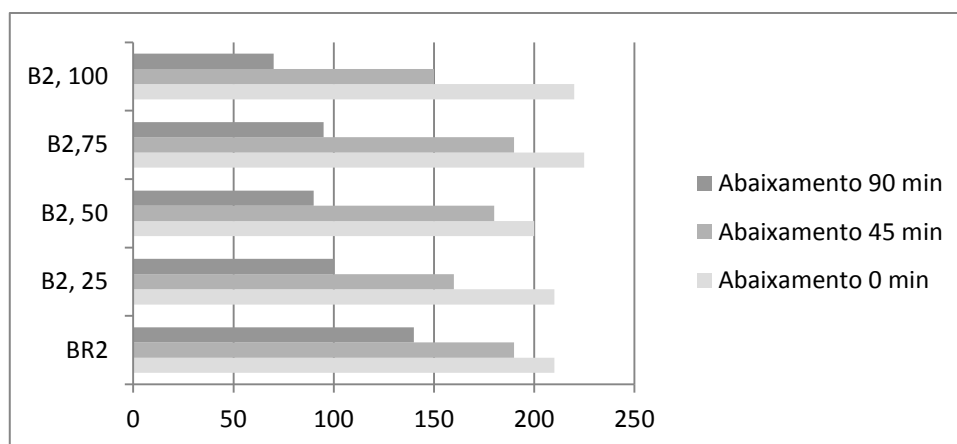


Figura 15 – Medição de Abaixamento para betões com adjuvantes MP e diferentes incorporações de PP

Tabela 32 – Relação A/L para adjuvantes MP

|     | BR2  | B2, 25 | B2, 50 | B2, 75 | B2, 100 |
|-----|------|--------|--------|--------|---------|
| A/L | 0,53 | 0,57   | 0,49   | 0,53   | 0,69    |

O efeito fluidificante dos SPs de base polimérica está intrinsecamente relacionado com a sua capacidade de serem adsorvidos pelas partículas finas; a diminuição da eficácia dos adjuvantes para dosagens superiores de PP, que se observou em alguns casos poderá dever-se a um aumento da superfície específica dos agregados disponíveis na mistura. O efeito mais significativo é observado na trabalhabilidade aos 90 minutos.

Segundo os valores obtidos constata-se que para o SP da marca MP e para as diferentes combinações de substituição de PP, obtiveram-se os melhores resultados de trabalhabilidade para a incorporação de 75% de AFR nos primeiros 45 minutos após amassadura. No entanto o betão com agregados naturais demonstrou uma melhor performance a partir desse tempo e para a mesma relação A/L.

Em termos de relação A/L, a mistura com 50% de substituição de areia natural por PP apresenta vantagens na capacidade de redução de água em 7,5% em relação à mistura BR2 e para a trabalhabilidade inicial do betão. A

durabilidade do betão é influenciada por esta relação (menor porosidade e maiores resistências à compressão), sendo que a mistura em causa apresenta o menor valor. Verificou-se que a mistura com 100% de pó de pedra, necessitou de maior volume de água para atingir a trabalhabilidade inicial pretendida.

A trabalhabilidade do betão é igualmente influenciada pelo teor de ar incorporado na mistura, no entanto os valores obtidos não afetam significativamente as propriedades mecânicas do betão (inferior a 3 % para a composição com 50% de incorporação de PP (ver tabelas 17 a 21.

O teor de ar no betão com agregados reciclados deve situar-se entre 3 e 6%, em qualquer caso. Esta medida visa a protecção do betão contra os efeitos dos ciclos gelo-degelo, pois a água tem assim capacidade de se expandir sem provocar danos no betão [24]. Neste trabalho não foi efetuado este tipo de ensaio, mas serão tidos em conta os valores atrás referidos.

Ainda em relação ao teor de ar, verifica-se uma tendência de diminuição para um aumento da relação agregado/ ligante, principalmente devido ao aumento do consumo de água e PP.

No que diz respeito à exsudação, é possível constatar que menor valores de exsudação acompanham os maiores valores de teor de ar. Tal demonstra a influência dos finos totais do betão, tanto impedimento da saída do ar do betão quanto na maior capacidade de retenção de água. Neste caso, a exsudação foi menor na mistura de referência e superior na mistura com incorporação de 50% PP.

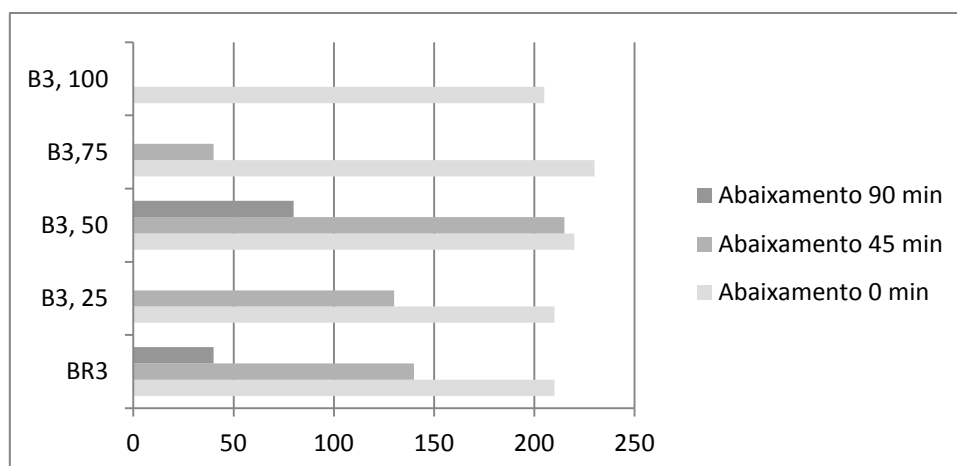


Figura 16 – Medição de Abaixamento para betões com adjuvantes SK e diferentes incorporações de PP

Tabela 33 – Relação A/L para adjuvantes SK

|     | BR3  | B3, 25 | B3, 50 | B3, 75 | B3, 100 |
|-----|------|--------|--------|--------|---------|
| A/L | 0.55 | 0.55   | 0.46   | 0.50   | 0.48    |

É sabido que o uso de SPs com alto poder redutor de água dificulta a execução do ensaio de abaixamento, uma vez que para a mesma quantidade de água, permite a passagem de um betão com um abaixamento do cone de Abrams de, por exemplo, 0 a 2 cm para um abaixamento de 20 cm, transformando um betão seco e muito plástico num betão fluido e trabalhável. O SP SK produziu alguns ensaios inválidos, essencialmente para tempo de aplicação iguais ou superiores a 45 minutos.

Neste caso, existe inequivocamente uma opção clara pela incorporação de 50% de PP seguida da mistura com areias naturais. É possível verificar que este tipo de adjuvante apenas funciona adequadamente para curtos espaços de tempo após amassadura. Mesmo assim será arriscado na prática utilizar este tipo de adjuvante uma vez que a sua aplicabilidade terá de ser imediata uma vez que perde consistência abruptamente.

Em termos de relação A/L, a mistura com 50% de substituição de areia natural por PP é a mais vantajosa na capacidade de redução de água numa

taxa de 16,4% em relação à mistura com agregados naturais. É esta mistura, e para este tipo de SP, que apresenta a melhor trabalhabilidade ao longo dos 90 minutos, superando a mistura de referência. Apresenta também as melhores características de durabilidade, uma vez estas que são influenciadas por esta relação. Ainda, a incorporação de 100% de PP, obteve uma das mais baixas relações A/L, no entanto, não satisfaz as condições necessárias devido à difícil utilização e conjugação do SP/PP e que pode influenciar os resultados obtidos.

Também aqui é possível constatar que a exsudação acompanha o teor de ar do betão, ou seja, menores valores de exsudação para maiores valores de teor de ar. Nestes ensaios, a composição de referência e com incorporação de 25% de PP apresentam os maiores valores de teor de ar e menor exsudação.

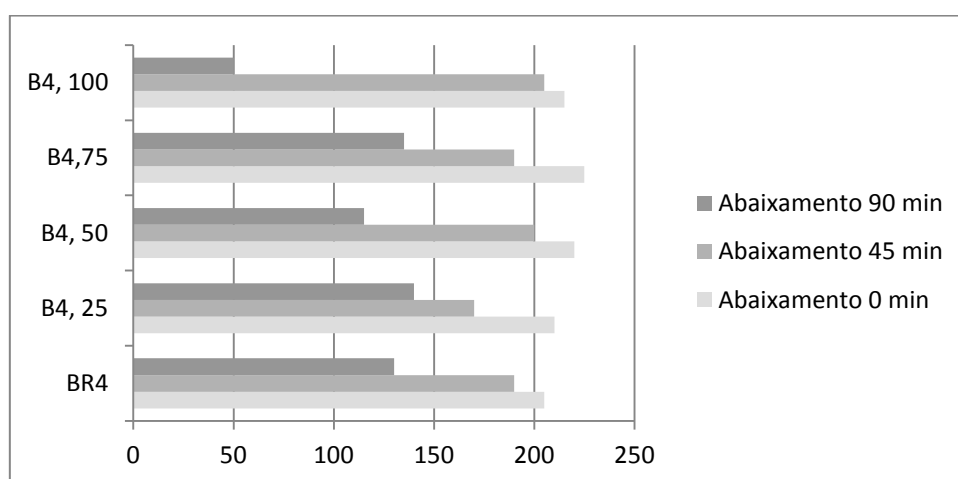


Figura 17 – Medição de Abaixamento para betões com adjuvantes BF e diferentes incorporações de PP

Tabela 34 – Relação A/L para adjuvantes BF

|     | BR4  | B4, 25 | B4, 50 | B4, 75 | B4, 100 |
|-----|------|--------|--------|--------|---------|
| A/L | 0.56 | 0.57   | 0.50   | 0.54   | 0.69    |

Neste caso, e com este tipo de adjuvante (BF), os melhores resultados foram obtidos para a incorporação de 100% de PP (maior manutenção de trabalhabilidade até 45 minutos e menor relação A/L). No entanto esta situação implica uma elevada dependência das características e qualidades

do PP, onde qualquer variação do produto poderá influenciar o comportamento do betão. Também se pode verificar que é necessário uma maior quantidade de água e consequente relação A/L, para se obterem estas trabalhabilidades. Para aplicação ao fim de 90 minutos, obtém-se melhores resultados para a incorporação de 25% do agregado reciclado.

Em termos de relação A/L, a mistura com 50% de substituição de areia natural por PP apresenta vantagens na capacidade de redução de água em 10,7% em relação à mistura com incorporação de agregados naturais e para trabalhabilidades até 45 minutos. A mistura B4,100 apresenta, como seria de esperar neste caso, a maior relação A/L.

É possível constatar que a exsudação continua a acompanhar o teor de ar do betão. No entanto, e com a utilização deste tipo de superplastificante, este facto não se verifica para a composição com 50% de incorporação de PP. A exsudação foi maior na incorporação com 50%PP apesar do valor do teor de ar ser inferior por exemplo à composição de referência

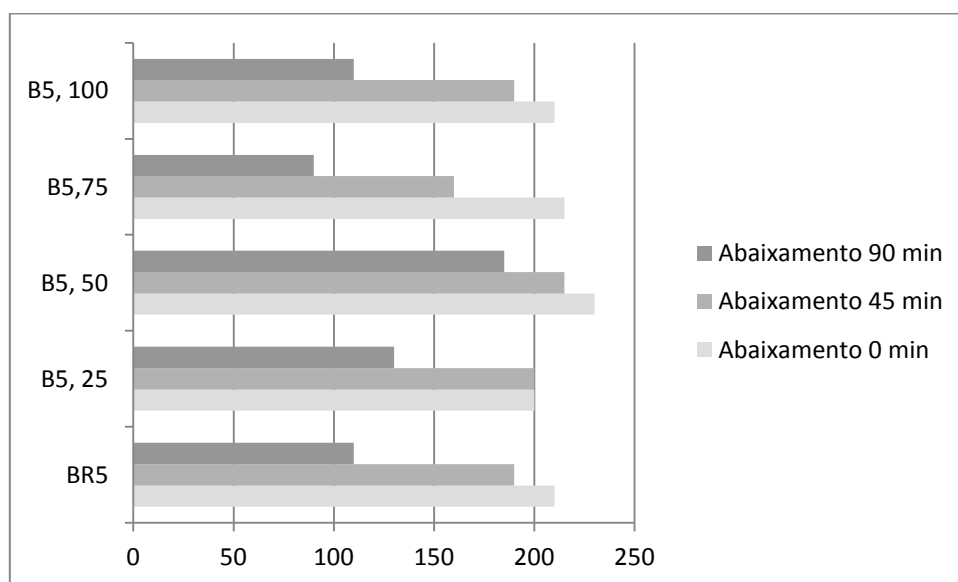


Figura 18 – Medição de Abaixamento para betões com adjuvantes CY e diferentes incorporações de PP



Tabela 35 – Relação A/L para adjuvantes CY

|            | <b>BR5</b> | <b>B5, 25</b> | <b>B5, 50</b> | <b>B5, 75</b> | <b>B5, 100</b> |
|------------|------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| <b>A/L</b> | 0.53       | 0.57          | 0.51          | 0.58          | 0.53           |

Após análise dos gráficos e tabelas com relação A/L é possível concluir que a utilização de misturas com 50% de PP será a melhor opção, essencialmente com a utilização de adjuvantes CY e BF. Tal conclusão é retirada para tempos de transporte médios de 45 minutos, o mais usual no mercado de produção e fornecimento de betão pronto.

Em termos de relação A/L, a mistura B5,50 apresenta novamente vantagens na capacidade de redução de água em 3,8% em relação à mistura de referência, para a trabalhabilidade do betão ao longo dos 90 minutos. A maior necessidade de água para se obter o valor de abaixamento inicial ocorreu para misturas com incorporação de 75% de PP, no entanto, também se pode verificar, que para a mistura com 100% de substituição de areia natural (onde era esperada ma maior relação A/L), a perda de consistência ao longo do tempo foi inferior à primeira.

Os betões com estes adjuvantes revelaram valores reduzidos ou inexistentes de exsudação ver capítulo 6.2.3 não evidenciaram segregação excessiva (ver figura 10 a 14), mas foram mais sensíveis a ações exteriores, pelo que foi necessário um cuidado adicional ao retirar o molde metálico e ao medir o abaixamento. Este efeito deve-se, presumidamente, ao forte efeito fluidificante deste tipo de adjuvantes. De entre os SPs de alto desempenho testados, os SPs da BF e CY foram claramente o que apresentaram maiores vantagens na trabalhabilidade dos betões ensaiados.

## 7.2 CARACTERÍSTICAS DO BETÃO NO ESTADO ENDURECIDO

Neste subcapítulo, interpretam-se os resultados obtidos nos ensaios do betão com agregados naturais e com agregados reciclados após os diversos intervalos de cura.

A determinação da resistência à compressão sob tensão uniforme do betão aos 1, 3, 7 e 28 dias seguiu a metodologia indicada na norma NP EN 12390-4 (2003).

Tendo em conta que se está em presença de tensões de roturas médias e considerando um desvio padrão de 3 MPa, aplicando a expressão  $f_{ck} = f_{cm} - 1,48\sigma$ , resulta que os betões estudados podem ser classificados na classe de resistência à compressão superior a C 30/37, chegando inclusive à classe C 45/55 para betões com 50% de incorporação de PP (ver tabela 27 a 31).

Da análise das seguintes figuras (figuras 21 a 25) verifica-se que existe uma tendência para que as resistências sigam a lei geral, aos 7 e 28 dias de idade, ou seja, que a resistência é função da razão água/ligante. No entanto, como se estão a analisar diversos tipos de adjuvantes, e tendo em consideração que em certos casos a variação da razão água/ligante é pequena, existem algumas situações em que para maior água/ligante obtém-se maior resistência, mas trata-se de casos pontuais não significativos.

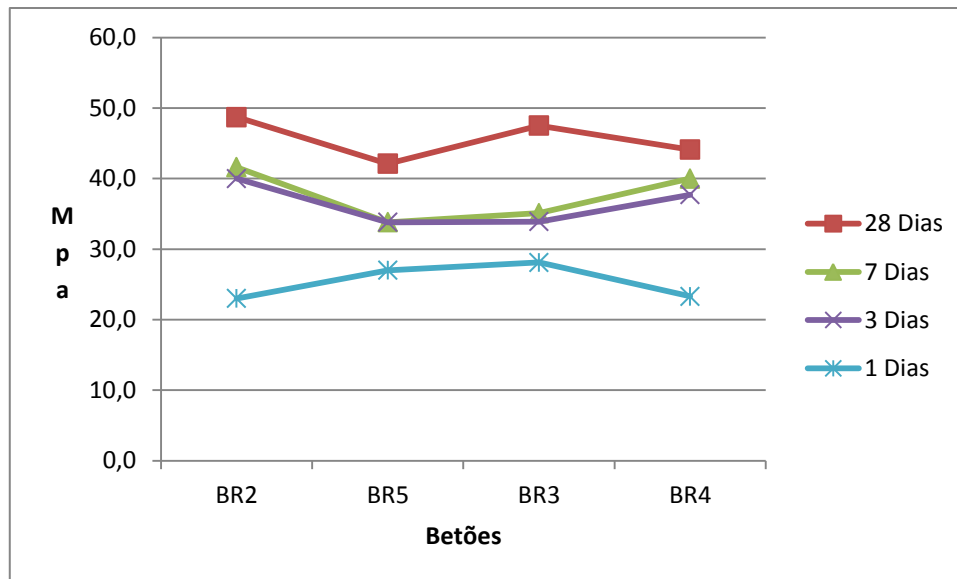


Figura 19 – Resistência à compressão para betões com agregados naturais

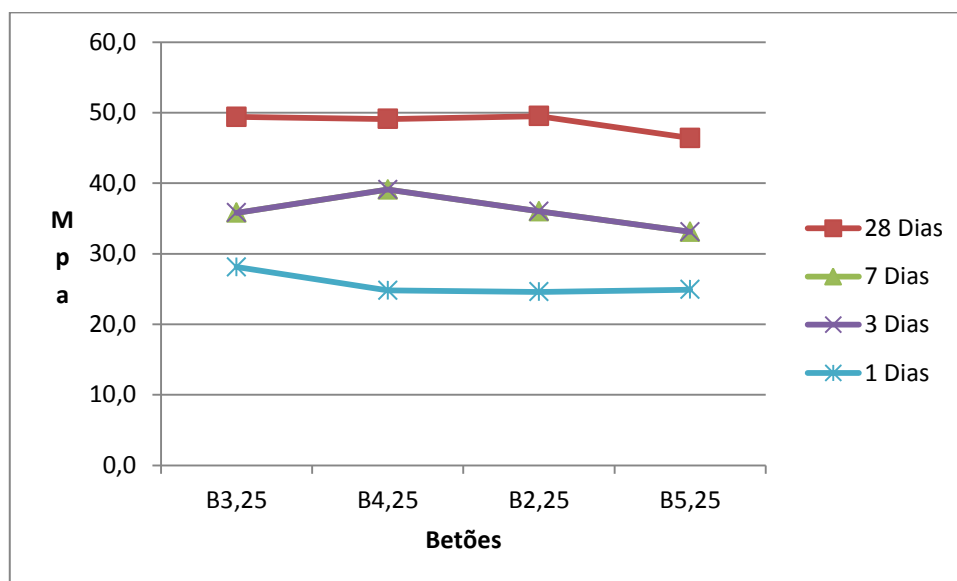


Figura 20 – Resistência à compressão para betões com incorporação de 25% de PP

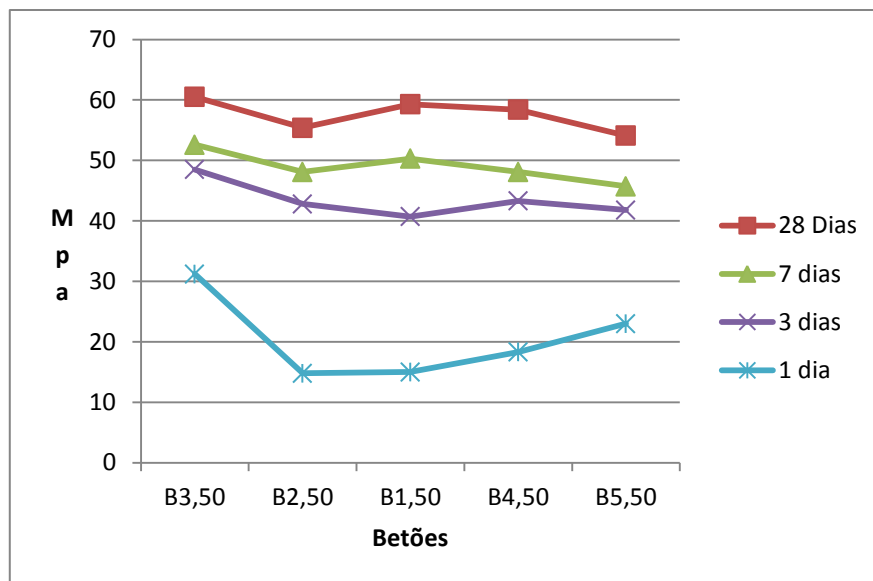


Figura 21 – Resistência à compressão em função da relação A/L para betões com incorporação de 50% de PP

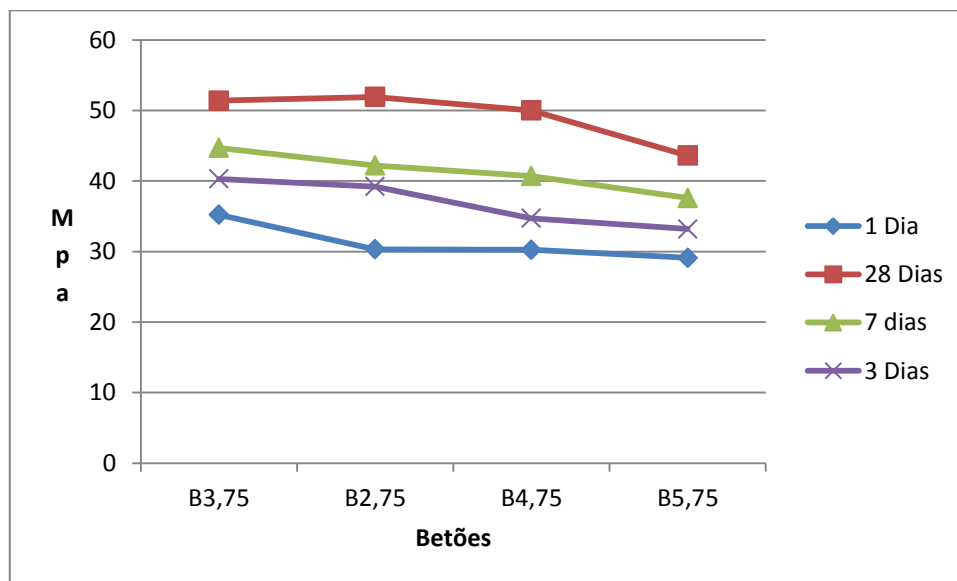


Figura 22 – Resistência à compressão em função da relação A/L para betões com incorporação de 75% de PP

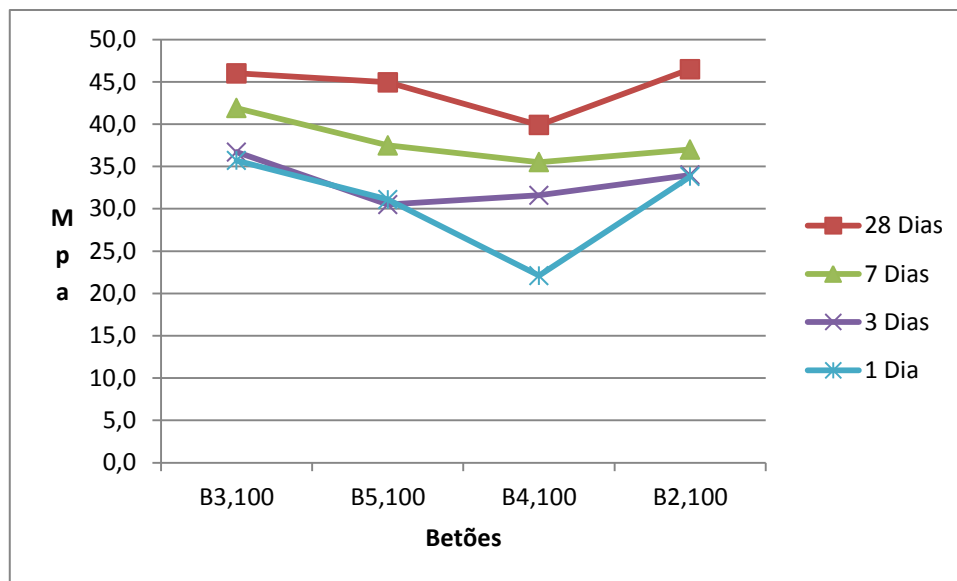


Figura 23 – Resistência à compressão para betões com incorporação de 100% de PP

Verifica-se que para as várias incorporações de PP, a resistência do betão aumenta com as idades até aos 28 dias, conforme esperado.

Em relação às diferentes incorporações, as tensões aos 28 dias são claramente superiores para as dosagens de 50% de PP e areia fina natural, sendo inclusive superiores a betões com apenas agregados naturais.

Também é possível constatar que a redução da resistência à compressão dos BARs está relacionada com o aumento da relação A/L para correcção da trabalhabilidade.

Verifica-se que as melhores resistências, tanto iniciais como aos 28 dias, foram obtidas para os SPs SK no entanto e como concluído anteriormente, não será o adjuvante mais adequado para a utilização pretendida.

Conclui-se assim, em termos de resistências mecânicas, é vantajoso utilizar agregados reciclados.

Em relação à curva de crescimento e relação de tensões entre idades, apresenta-se abaixo o comportamento dos betões com as diferentes incorporações de agregados reciclados.

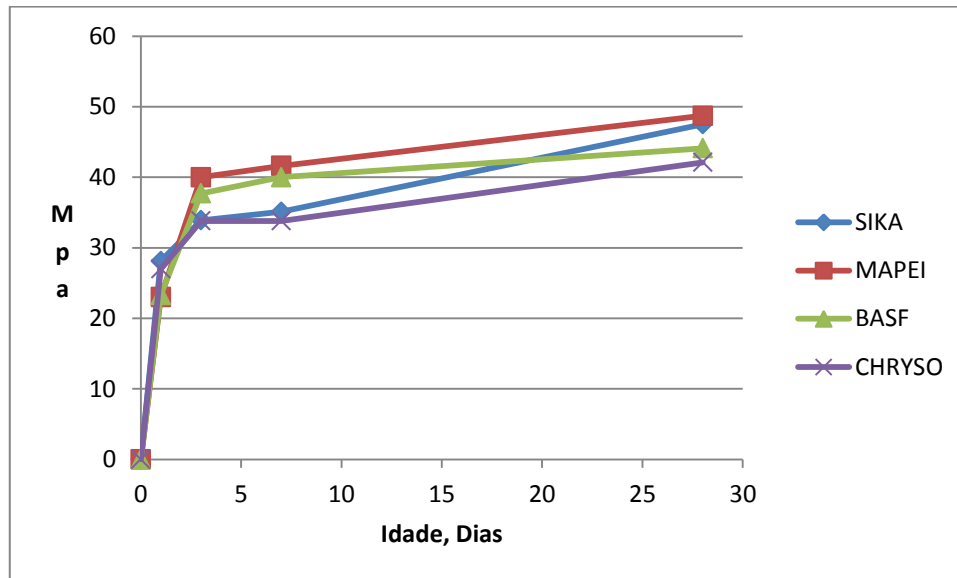


Figura 24 – Curva de crescimento para betões com agregados naturais

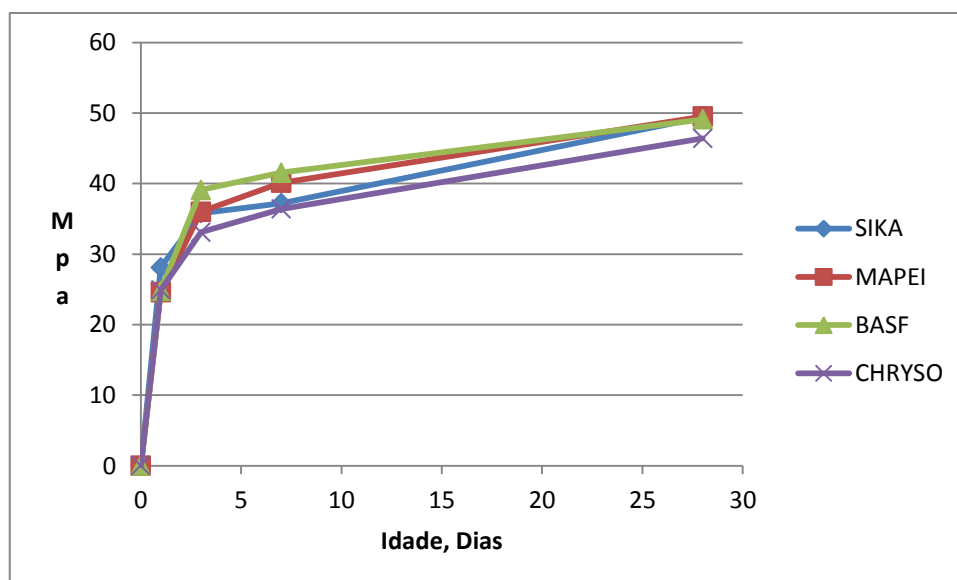


Figura 25 – Curva de crescimento para betões com incorporação de 25% PP

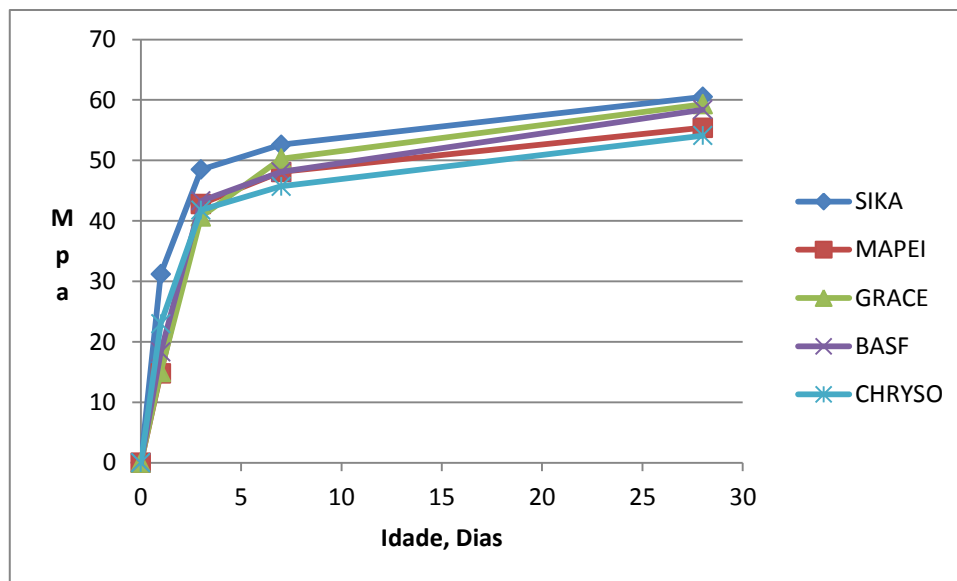


Figura 26 – Curva de crescimento para betões com incorporação de 50% PP

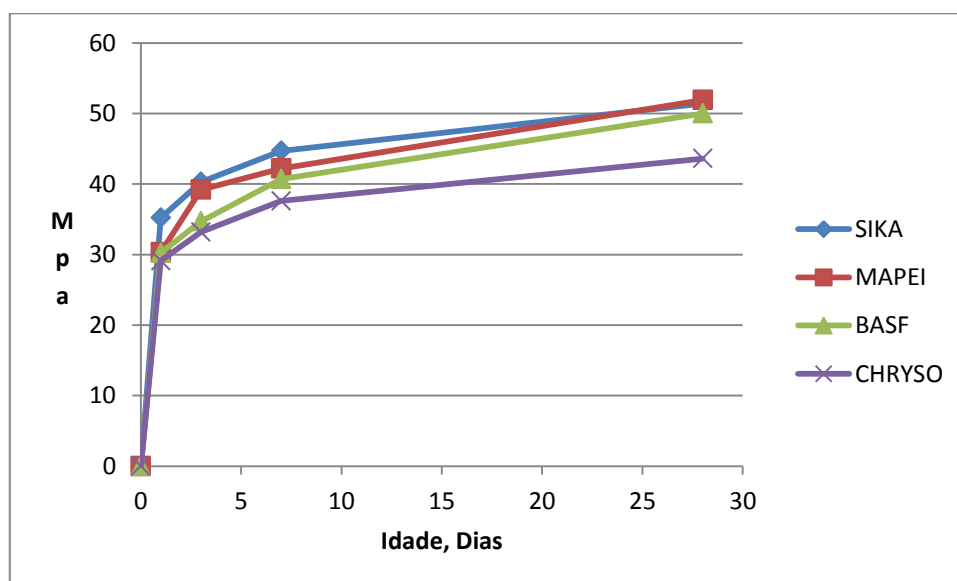


Figura 27 – Curva de crescimento para betões com incorporação de 75% PP

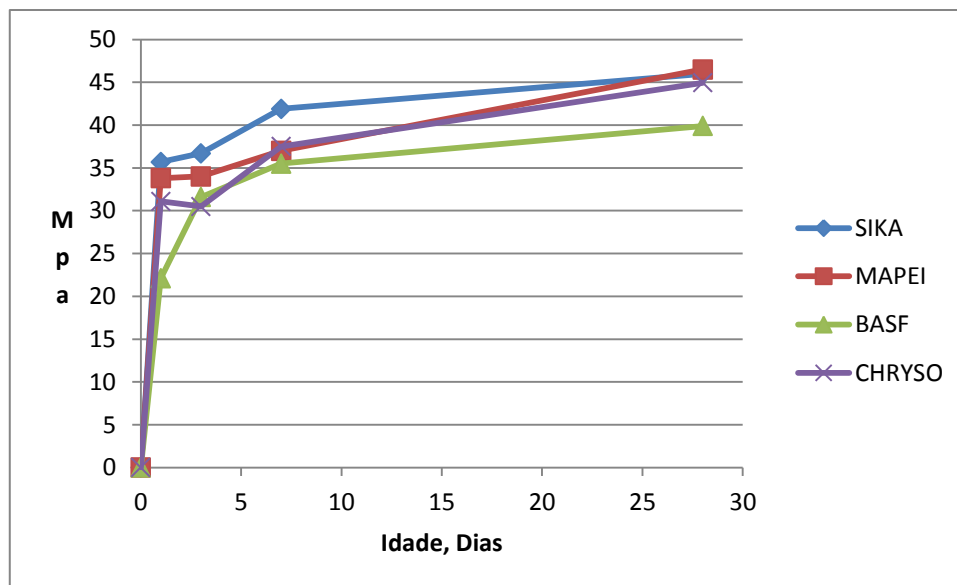


Figura 28 – Curva de crescimento para betões com incorporação de 100% PP

Tabela 36 – Relação média das tensões entre idades (%)

| Dias          | 1→28 | 3→28 | 7→28 |
|---------------|------|------|------|
| <b>25%PP</b>  | 47,3 | 25,9 | 20,2 |
| <b>50%PP</b>  | 64,5 | 24,5 | 14,9 |
| <b>75%PP</b>  | 36,5 | 25,1 | 16,0 |
| <b>100%PP</b> | 31,3 | 25,0 | 14,2 |

Após análise dos gráficos e da tabela 36, verifica-se que os resultados seguem no sentido esperado, ou seja, com a introdução de PP, aumenta o endurecimento nas idades iniciais. Tal não se verifica para a incorporação de 50% de PP, devido à temperatura ambiente à data dos ensaios e que influencia as resistências iniciais dos betões (ver anexo G – Amassaduras laboratoriais). Ainda para esta incorporação e após colocação dos provetes em processo de cura, podemos constatar uma recuperação nas idades seguintes.



A taxa de crescimento dos 3 para os 28 dias é semelhante para os 4 tipos de incorporações. Verifica-se igualmente que à medida que aumenta o teor de PP, a diferenças entre tensões aos 7 e 28 dias têm tendência a diminuir.

## 7.3 CUSTO DAS COMPOSIÇÕES

À data, e para a região de Évora, os custos de cada constituinte das composições em questão são os apresentados no quadro abaixo:

Tabela 37 – Custo unitário dos constituintes do betão

| Produto       |                      | Preço (€) |
|---------------|----------------------|-----------|
| Agregados     | Pó de Pedra (ton.)   | 8,50      |
|               | Areia Fina (ton.)    | 9,40      |
|               | Areia Grossa (ton.)  | 12,00     |
|               | Brita 1 (ton.)       | 9,50      |
|               | Brita 2 (ton.)       | 9,50      |
| Ligante       | Cimento (ton.)       | 94,05     |
|               | Cinza (ton.)         | 29,45     |
| Adjuvante SK  | VISCOCRETE 3005 (Kg) | 0,36      |
| Adjuvantes MP | MAPEPLAST R10 (Kg)   | 0,29      |
|               | DYNAMON SX 14 (Kg)   | 0,86      |
| Adjuvantes GR | MIRA 44 S (Kg)       | 0,34      |
|               | ADVA 445 (Kg)        | 1,02      |
| Adjuvantes BF | POZZOLITH 540 (Kg)   | 0,33      |
|               | GLENIUM SKY 548 (Kg) | 0,77      |
| Adjuvante CY  | OPTIMA 225 (Kg)      | 0,95      |

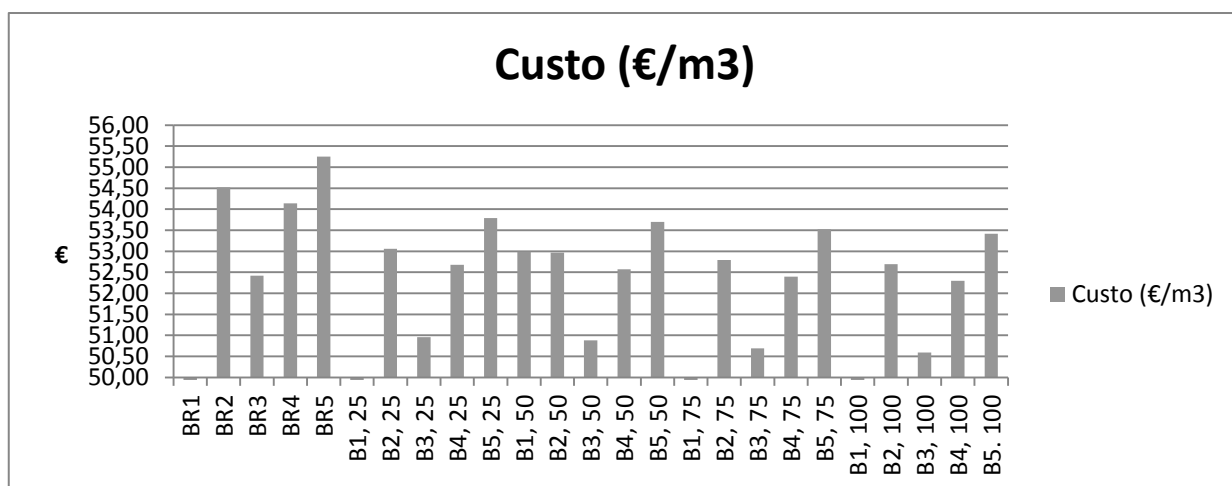


Figura 29 – Comparativo de custos de composições

Após análise do gráfico, verifica-se uma clara diferença de preços para betões com adjuvantes SK, no entanto estes betões devido às características apresentadas com a incorporação de PP, não reúnem as melhores condições para a sua utilização no mercado.

Verifica-se igualmente, que na zona do Alentejo (preços de referência), a escolha por agregados reciclados é mais vantajoso, uma vez que na região não existem abundância de areeiros para extracção de areia natural, o que encarece o preço do produto.

## **8. CONCLUSÕES**

### **8.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O objectivo proposto foi conseguido. A utilização de PP no fabrico de betão-pronto é assim possível.

A indústria extractiva de rochas ornamentais é uma actividade extremamente importante para a economia nacional mas é também susceptível de gerar elevados impactes ambientais. Os resíduos que não são utilizados na recuperação das frentes inactivas, são transportados e colocados em locais afastados da frente de escavação, onde se acumulam indiscriminadamente, não existindo ainda alternativas viáveis para inverter esta problemática.

É necessária a procura de soluções alternativas que propiciem a reutilização e reciclagem de recursos abundantes na construção que, de outro modo, resultariam em resíduos. A reutilização de agregados reciclados na produção de betões, particularmente em aplicações estruturais, apresenta vantagens como a optimização dos materiais originais e evita o corrente processo de downcycling na reciclagem de resíduos.

De modo a que a utilização de agregados reciclados (AR) em betões estruturais se acentue na indústria da construção, torna-se fulcral compreender as suas características mecânicas e avaliar a sua durabilidade, tendo em conta os seus benefícios e limitações nas diversas condições de utilização.

Assim, com esta dissertação espera-se ter contribuído para o aprofundamento do conhecimento das propriedades dos betões com agregados finos reciclados de mármore e ter reforçado, através do recurso a SPs, as suas potencialidades como agregados em betões estruturais.

## 8.2 CONCLUSÕES GERAIS

A revisão bibliográfica do estado da arte disponível revelou que, apesar de existir um conceito geral da qualidade de agregados finos reciclados, a informação e investigação conhecidas são relativamente reduzidas, em particular em relação ao uso de SPs em betões com agregados reciclados. Com o intuito de contribuir para o aumento do conhecimento e de verificar algumas observações não consensuais, desenvolveu-se esta investigação.

Em termos de trabalhabilidade e no que respeita aos betões com utilização de SPs, foram atingidas relações água / ligante tanto menores quanto maior o poder redutor de água do adjuvante.

Verificou-se que a melhor trabalhabilidade foi obtida através da incorporação de 50% de PP em conjunto com o SP da marca CY seguido da BF.

Constata-se que nem todos os SPs são adequados à produção e distribuição de betão, ou seja, possuem boa trabalhabilidade após produção, verificando-se uma rápida tendência para abaixamentos reduzidos. Apenas para a incorporação de 50% de PP apresentou resultados satisfatórios aos 90 minutos de transporte simulado.

Em relação às resistências mecânicas, e para betões com 50% de incorporação de AFR, obtiveram – se os melhores resultados aos 28 dias para adjuvantes SK. No entanto, devido às suas outras características, poderá ser um produto adequado para a produção de betão na indústria de pré-fabricação. Assim e face aos resultados obtidos para este teor de incorporação, a opção seguiu para a conjugação com o adjuvante BF.

Todos os factores apresentados são importantes na produção e na adequada utilização do betão-pronto, no entanto também o preço é um fator decisivo, uma vez que, por vezes, elevados custos não permitem a execução de uma construção. Assim foi constatado através dos preços dos produtos no mercado, que a melhor opção dentro da incorporação em questão será novamente a marca BF uma vez que é a que tem menor custos para as melhores características.

O betão com incorporação de agregados finos reciclados apresentou um desempenho geral superior betão convencional, tal pode ser derivado dos agregados naturais utilizados e disponíveis não serem da melhor qualidade. No entanto e através da utilização de SPs de terceira geração, o betão em estudo revelou ser mais robusto, destacando-se a nível da resistência à compressão, trabalhabilidade e preço, características usualmente mais penalizantes nos betões com este tipo de incorporações.

Resumidamente, e no que refere às características ensaiadas, a incorporação de determinada dosagem de pó de pedra revelou ser eficaz, uma vez que, sem redução da resistência à compressão permite reduzir custos e resolver um problema ambiental. No entanto é imprescindível, que se dê importância primária para o tratamento dos resíduos, desde o beneficiamento, passando pela caracterização, até a fase de utilização dos agregados no betão. Assim, o material utilizado fica com suas propriedades conhecidas e a sua utilização não fica limitada.

Muitos estudos, porém, ainda precisam ser feitos para sedimentar a utilização deste tipo de material. Num momento em que se discute preservação do ambiente e seus recursos naturais, a reciclagem de resíduos de escombros de mármore constitui uma saída para minimização desses impactos. Desde que sejam tomadas medidas rigorosas na especificação, normalização e utilização desses materiais, o seu uso não ficará restrito a utilizações de pouca importância.

## **BIBLIOGRAFIA**

### **Referências Bibliográficas:**

- [1] – DECRETO-LEI nº178/2006. D.R. n.º 171, Série I (5 de Setembro de 2006).
- [2] - PINHEIRO, Manuel D. (2006) - *Ambiente e Construção Sustentável*. Instituto do Ambiente, Amadora. ISBN: 972-8577-32-X (2006).
- [3] – COSTA, Carlos et al (2010) - *Metodologia para a caracterização das escombreyras da Zona dos Mármores (Alentejo) visando a avaliação do potencial de reutilização da matéria-prima*. Volume 20 – nº 18, p. 1. Disponível na WWW:.. ISBN 1645-0388.
- [4] - KATZ, A.; BAUM, H. (2006) - *Effect of High Levels of Fines Content on Concrete Properties*. ACI Materials Journal 103.6: 474-482.
- [5] - J. K. Kim; C. S. Lee, C. K. Park and S. H. Eo (1997) - *The Fracture Characteristics of Crushed Limestone Sand Concrete*. Cement and Concrete Research, Vol. 27, Nº. 11, pp. 1719-1729. ISBN:10.1016/S0008-8846(97)00156-7.
- [6] - NETO, C.S. (1999)- *A importância dos conceitos tecnológicos na seleção dos agregados para argamassas e concretos, Areia e Brita*. Nº. 12, p. 26-28. São Paulo.
- [7] – GONÇALVES A; COUTINHO, A. (1997) - *Fabrico e propriedades do betão*. Vol. I, II e III , 3ª edição. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
- [8] - BRITO, J. (2005) – *Agregados reciclados e a sua influência nas propriedades dos betões*. Lição de síntese para provas de agregação em Engenharia Civil, Lisboa.
- [9] - NIXON, P.J. (1978) - *Recycled concrete as an aggregate for concrete - a review*. Materials and Structures, vol. 11, n.º 5, pp. 371-378.

[10] – MENOSSI, R. T. (2004) – *Utilização do pó de pedra basáltica em substituição da areia natural do concreto*. Dissertação em Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia da Ilha Solteira. Universidade Estadual Paulista. P. 97. Ilha Solteira.

[11] – BASTOS, S. R. B. (2003) – *Uso da areia artificial basáltica em substituição parcial da areia fina para produção de concretos convencionais*. In: 45º Congresso Brasileiro do concreto – IBRACON. Instituto Brasileiro do Concreto. Vitória.

[12] – MALHOTRA, V. M.; CARRETTE, G. G. (1985) - *Performance of Concrete Incorporating Limestone Dust as Partial Replacement for Sand*, ACI Jour. Proc., Vo. 82, pp. 363-371.

[13] - TEIXEIRA, A.; MARTINS, J. (2003) - *Materiais de construção: Betões de elevado desempenho*. Série Materiais, 1ª edição, Universidade Fernando Pessoa, Porto.

[14] - POON, C. S.; SHUI, Z. H.; LAM, L.; FOK, H.; KOU, S. C. (2004) - *Influence of moisture states of natural and recycled aggregates on the slump and compressive strength of concrete*. Cement and Concrete Research, vol. 34, n.º 1, pp. 31-36.

[15] - RAMIREZ, J. L., BARCENS, J. M.; URRETA, J. I. (1990) - *Proposal for Limitation and Control of Fines in Calcareous Sands Based Upon Their Influence in Some Concrete Properties*. Materials and Structures, Vol. 23, pp. 277-288.

[16] - LODI, V. H.; PRUDÊNCIO JÚNIOR, L. R. (2006) - *Viabilidade técnica e econômica do uso de areia de britagem em concretos de cimento Portland na região de Chapecó - SC*. In: Workshop Desempenho de Sistemas Construtivos, Unochapecó, Chapecó, SC.

[17] - COCHET, G.; SORRENTINO, F. (1993) - *Limestone filled cements: properties and uses, in Mineral Admixtures in Cement and Concrete*. Vol. 4, S.L. Sarkar, ed., ABI Books Ltd.. N. Delhi, pp. 266- 295.

[18] - NEVILLE, A. M. (1981) - *Properties of concrete*. Pitman Internacional Text, Londres, Reino Unido.

[19] - BARRA, M. (1996) - *Estúdio de la durabilidad del hormigón de árido reciclado en sua aplicación como hormigón armado*. Tese de Doutoramento em Engenharia Civil, Universidade Politécnica da Catalunha, Barcelona, Espanha.

[20] - LEITE, M. (2001). *Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição*. Tese de Doutouramento em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

[21] - Silva, Narciso G. (2006) - *Argamassa de revestimento de cimento, cal e areia britada e rocha calcária*. Dissertação de Mestrado em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil.

[22] - Mehta, P. K.; Monteiro, P. J. M. (1995) - *Concreto: estrutura, propriedades e materiais*, Pini, São Paulo, Brasil.

[23] - PETRUCCI, E.G.R (1995) - *Concreto de cimento Portland*. 13ª. ed. São Paulo, Brasil.

[24] - GONÇALVES, PAULO (2007) - *Betões com agregados reciclados – Análise comentada da legislação existente*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Lisboa.



### **Bibliografia auxiliar:**

A.A. V.V. (2010)– Pó de pedra: Uma alternativa ou um complemento ao uso da areia na elaboração da mistura do concreto? HOLOS Environment (ON-LINE), São Paulo.

A.A. V.V. (2002)- Strength and durability of concrete with crushed sand. 27th Conference on OUR WORLD IN CONCRETE & STRUCTURES: 29 - 30 August 2002, Singapore.

A.A. V.V. (2010) – Influence of crushed stone aggregate type on concrete consistency. University of Nis, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Serbia, High Civil Engineering – Geodetic School, Belgrade, 2010;

ALVES, F. (2007) - Betões com agregados reciclados - Levantamento do "state-of-the-art" experimental nacional. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico. Lisboa.

ANDRÉ, A. - Desempenho em termos de durabilidade de betões com incorporação de agregados grossos de resíduos da indústria do mármore. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2012;

ANGULO, S. (2005) - *Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento de concretos*. Tese de Doutoramento em Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

BONITO, N. M. P. (2010) - *Gestão de Resíduos no Sector da Rocha Ornamental, Seminário Interdisciplinar - Compósitos Poliméricos com Resíduos Minerais*. Aplicações Técnico-Artísticas Universidade da Beira Interior. Viseu.

BRITO, J. de; PEREIRA, A. S.; CORREIA, J. R. (2005) - *Mechanical behaviour of non-structural concrete made with recycled ceramic aggregates*. *Cement & Concrete Composites*, vol. 27, n.º4.

DESSY, P.; BADALUCCO, C.; BIGNAMI, F. C.; et al. (1998) - *Analysis of performances of concrete components made with recycled aggregates*.

*Materials and Technologies for Sustainable Construction* - CIB World Building Congress, Symposium A., vol. 1, Gävle, Suécia, 1998;

EVANGELISTA, L. (2007) - *Betões executados com agregados finos reciclados de betão*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2007.

FROMMENWILER, A. (2000) - *New generation of superplasticizers for high performance concrete (HPC)*. MBT Holding, Suíça.

KUMAR, P.T.SANTHOSH; SAJEEVAN, K. K. (s. d.)- *Compressive strength of concrete containing crushed stone sand as well river sand as fine aggregate*. SAINTGITS College of Engineering, Pathamuttom P.O., Kottayam District.

MAHENDRA R. CHITLANGE E PRAKASH S. PAJGADE (2010) – *Strength appraisal of artificial sand as fine aggregate in SFRC*. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, Vol. 5, Nº. 10.

MATIAS, D. (2005) - *Influência dos adjuvantes no desempenho de betões com agregados reciclados*. Draft de Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Lisboa.

RODOLPHO, Paula (2007) – *Estudo do comportamento do concreto no estado fresco utilizando areia britada*. Tese de mestrado em estruturas e construção civil, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil.

SÁ, Maria (2006) – *Influência da substituição de areia natural por pó de pedra no comportamento mecânico, microestrutural e electroquímico de concretos*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil.

SOLYMAN, M. (2005) - *Classification of recycled sands and their applications as fine aggregates for concrete and bituminous mixtures*. Tese de Doutorado em Engenharia Civil, Fachbereich Bauingenieurwesen der Universität Kassel, Kassel, Alemanha.

### **Normas e especificações:**

NP EN 206-1:2007 – Betão. Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade, Versão portuguesa da norma europeia EN 206-1:2000 + A1:2004+A2:2005, IPQ, 2007;

NP EN 933-1:2000 – Ensaio das propriedades geométricas dos agregados. Parte 1:Análise granulométrica. Método de Peneiração, Versão portuguesa da norma europeia EN 933-1:1997, IPQ, 2000;

NP EN 1008:2002 – Água de amassadura para betão. Especificações para amostragem, ensaio e avaliação da aptidão da água, incluindo água recuperada nos processos da indústria de betão, para fabrico de betão, Versão portuguesa da norma europeia EN 1008:2002, IPQ, 2003;

NP EN 12390-3:2003 – Ensaio do betão endurecido. Parte 3: Resistência à compressão dos provetes de ensaio, Versão portuguesa da norma europeia EN 12390-3:2001, IPQ, 2003;

## **ANEXO A**

### FICHAS TÉCNICAS DOS AGREGADOS

|  |  |                      |   |   |  |
|--|--|----------------------|---|---|--|
|   |  | <b>FICHA TÉCNICA</b> |   | <br>Organismo notificado nº 1515 |  |
| SULINERTE - EXPLORAÇÃO DE INERTES, LDA<br>Estrada dos 4 Castelos, Quinta da Arria, Coimã<br>11<br>Certificado nº 1515-CPD-0172 |  |                      |   |   |  |
| <b>Produto</b>   | <b>Origem</b><br>Pátria                              | <b>Tipo</b>          | <b>Utilização</b>   |   |  |
| Areia Lavada Q/1   | Estrada de Sesimbra<br>EN 378 km 15<br>2970 Sesimbra | Agregado Fino        | Agregados p/ betão (NP EN 12620)<br>Agregados p/ betuminosas (NP EN 13043)<br>Agregados p/ argamassas (NP EN 13139) |   |  |

| Características                                   | NP EN 12620   | NP EN 13043                            | NP EN 13139       |
|---|---|--|-------------------|
| Descrição Petrográfica                            | Quartzos, quartzo e feldspatos.<br>Forma subprismática a decoidal.<br>Angularidade subangulosa a subarredondada.<br>Superfície ligeiramente rugosa e lisa |  |                   |
| Dim. do agregado - (d/D)                          | 0/1   |  |                   |
| Granulometria - (G)                               | GF <sub>85</sub>  | GF <sub>85</sub><br>G <sub>70</sub> NR | n.a.              |
| Teor de finos (f)                                 | β   | β                                      | Categoria I       |
| Massa volúmica das partículas (Seca) (Mg/m³)      | 2,50 - 2,63   |  |                   |
| Massa volúmica das partículas (Saturadas) (Mg/m³) | 2,55 - 2,64   |  |                   |
| Massa vol. das partículas (Impermeável) (Mg/m³)   | 2,61 - 2,66   |  |                   |
| Absorção de água (%)                              | 0,4   |  |                   |
| Enxofre Total (%S)                                | 0,071   |  |                   |
| Cloreto (%) *                                     | 0,004   |  |                   |
| Qualidade dos finos (azul-de-metileno) *          | 0,2 MB  | MB <sub>10</sub>                       | 0,2 MB            |
| Teor de húmus                                     | Não contém  |  |                   |
| Retração / secagem (%)                            | 0,01  |  |                   |
| Sulfatos solúveis em ácido *                      | AS <sub>0,2</sub>   | n.a.                                   | AS <sub>0,2</sub> |
| Carbonato de cálcio (%) *                         | 0,0   |  |                   |
| Teor de contaminantes orgânicos leves *           | 0,0   |  |                   |
| Respostas álcalis-sílica *                        | Não reactivo / Classe I   | n.a.                                   | Não reactivo      |

\* Declaração realizada com base nos ensaios iniciais ou solicitados  
 n.a. - não aplicável.

Data: 08.04.2011

| Granulometria |                        |                 |                     |
|---------------|------------------------|-----------------|---------------------|
| Peneiro (mm)  | Valores declarados (%) | Limite inferior | Limite Superior (%) |
| 2             | 100                    | 100             | 100                 |
| 1             | 99                     | 94              | 100                 |
| 0,5           | 77                     | —               | —                   |
| 0,250         | 18                     | 0               | 43                  |
| 0,125         | 1                      | —               | —                   |
| 0,063         | 0,4                    | 0,0             | 3,0                 |

Nota: o peneiro 1,40 não está contemplado nas séries das normas de referência e os peneiros mais próximos são o D e o 2D, pelo que não se considera este peneiro como aplicável.

Rubrica: 



## FICHA TÉCNICA DE PRODUTO

|            |   |         |                                    |
|------------|---|---------|------------------------------------|
| Produto:   | Areia Lavada G4- Melides  | Origem: | Melides - Água do Molinho de Baixo |
| Aplicação: | Beto (NP EN 12620:2002+A1:2010), Massas betuminosas (NP EN 13043) e Argamassas (NP EN 13138)          |         |                                    |
| Tipo:      | Quartzo, quartilho, fendido, moecóvil (partículas subangulares a subredondadas, ligeiramente rugosas) |         |                                    |

### CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO (AREIA QUARTZOZA)

| Distribuição granulométrica <sup>(1)</sup> |                     |                     |                     |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|
| Peneira (mm)                               | Valores típicos (%) | Limites Mínimos (%) | Limites Máximos (%) |
| 31,5                                       | 100                 |                     |                     |
| 25   | 100                 |                     |                     |
| 20   | 100                 |                     |                     |
| 16   | 100                 |                     |                     |
| 12,5                                       | 100                 |                     |                     |
| 10   | 100                 |                     |                     |
| 8  | 100                 | 100                 | 100                 |
| 6,3  | 100                 | 98                  | 100                 |
| 4  | 99                  | 94                  | 100                 |
| 2  | 90                  | 70                  | 100                 |
| 1  | 44                  | 24                  | 84                  |
| 0,6  | 18                  |                     |                     |
| 0,25                                       | 3                   | 0                   | 23                  |
| 0,125                                      | 1                   |                     |                     |
| 0,083                                      | 0,9                 | 0,0                 | 3,0                 |

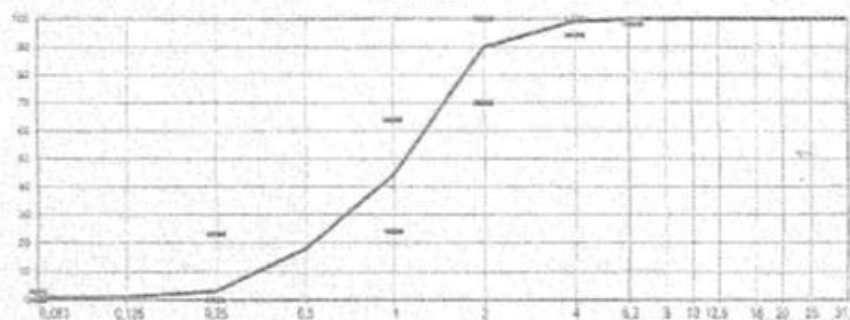
<sup>(1)</sup> valores em percentagem de passados

| Controlo da produção |      |        |        |
|----------------------|------|--------|--------|
| Parâmetro            | Tipo | Mínimo | Máximo |
| MF                   | 3,43 | 2,93   | 3,93   |
| CF                   | 3,73 | 3,23   | 4,23   |

| Outras características       |                         |                                  |                 |
|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-----------------|
| Característica               | NP EN 12620+A1          | NP EN 12620                      | NP EN 13138     |
| Dimensão nominal (ØD)        |                         | B4                               |                 |
| Granulometria                | G <sub>85</sub>         | G <sub>50</sub> -G <sub>20</sub> | NA              |
| Massa volumétrica            |                         |                                  |                 |
| - Material inpedimento       |                         | 2,62 Mg/m <sup>3</sup>           |                 |
| - Partículas secas em estado |                         | 2,59 Mg/m <sup>3</sup>           |                 |
| - Partículas saturadas       |                         | 2,60 Mg/m <sup>3</sup>           |                 |
| Absorção de água             |                         | 0,4%                             |                 |
| Teor de lama                 | I <sub>2</sub>          | NA                               | Categoria I     |
| Qualidade dos finos          |                         | NA                               |                 |
| Teor de areia                | ≤ 0,01%                 |                                  | ≤ 0,01%         |
| Sulfatos solúveis em ácido   | AS <sub>2</sub>         |                                  | AS <sub>2</sub> |
| Enxofre total                | 0,02%                   |                                  | ≤ 0,04%         |
| Teor de Humos                | Mais claro              |                                  | Mais claro      |
| Teor de cont. orgânica livre | ≤ 0,1 %                 |                                  | DND             |
| Retração por secagem         | 0,10%                   |                                  | DND             |
| Teor de carbonatos           | 0,018%                  |                                  | NA              |
| Resistência gelo/desgelo     |                         | DND                              | NA              |
| Reactividade alcalo-silica   | Classe I <sup>(1)</sup> |                                  |                 |
| Resistência choque térmico   |                         | DND                              |                 |

NA- Não aplicável  
(1) Não Reactivo

DND-Desempenho não determinado



Data: 29/ 04/ 2012

O Gestor da Projecto:  
Carlos Cruz

F 66.01 - 29/04/2012

|         |             |
|---------|-------------|
| DATA    | 04.10.2012  |
| DESENHO | 0003 - 0005 |
| REVISÃO | 0003 - 0005 |
| DESENHO | 0003 - 0005 |
| DESENHO | 0003 - 0005 |



VERBALE 02/012/1000

Pedreira de Origem: **Bencapor**  
Nome Comercial: **Brita 2**



1515  
Bencapor - Produção de Inertes, S.A.  
Herdade Monte D'Ei Ray | 7160-079 Bencatel  
1313 - CPO - 5354

#### APLICAÇÃO

Agregados para betão:

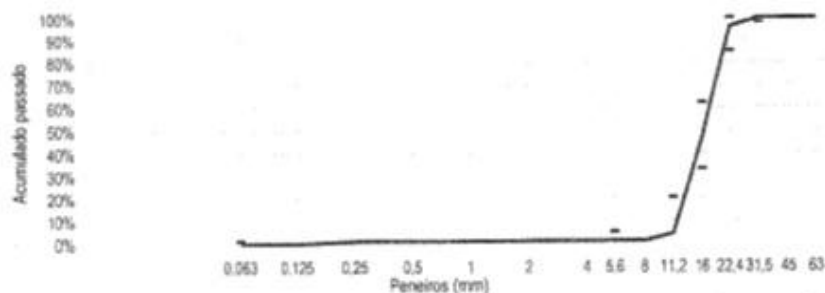
Agregados para misturas betuminosas e tratamentos superficiais para estradas, aeroportos e outras áreas de circulação.

Designação de acordo com a EN 12620:2002 + A1:2008: 11/22

Designação de acordo com a EN 13043:2002/AC:2004: 11/22

| Propriedade                                      | Método de ensaio | Valor   | Notas (Norma de referência)   |
|--|------------------|---|---|
| Descrição petrográfica                           | NP EN 932-3      | Estrutura – Compacta<br>Porosidade – Baixa<br>Rocha metamórfica - Mármore | —————   |
| Dimensão dos agregados                           | NP EN 933-1      | 11/22   | EN 12620:2002 + A1:2008<br>EN 13043:2002 +<br>EN 13043:2002/AC:2004 |
| Categoria e tolerâncias nos peneiros intermédios |                  | G <sub>C</sub> 85/20  | EN 12620:2002 + A1:2008   |
|  |                  | G <sub>C</sub> 85/20  | EN 13043:2002 +<br>EN 13043:2002/AC:2004                            |
| Teor de finos                                    |                  | f <sub>1,5</sub>  | EN 12620:2002 + A1:2008   |
|  |                  | f <sub>1</sub>  | EN 13043:2002 +<br>EN 13043:2002/AC:2004                            |
| Absorção de água                                 | NP EN 1097-6     | 0,2% - 0,3%   | EN 12620:2002 + A1:2008<br>EN 13043:2002 +<br>EN 13043:2002/AC:2004 |
| Massa volúmica (I/Se/Sa) (±0,05)                 |                  | 2,73/2,72/2,71Mg/m <sub>3</sub>   |   |
| Reactividade Alcalis Sílica                      | ASTM C1260-1     | Classe I  |   |
| Retração por secagem <sup>(1)</sup>              | NP EN 1367-4     | 0,026%  | EN 12620:2002 + A1:2008   |
| Teor de Enxofre <sup>(1)</sup>                   | NP EN 1744-1     | 0,03%   |   |
| Teor de húmus <sup>(1)</sup>                     | NP EN 1744-1     | Não contém  |   |

<sup>(1)</sup> Por extrapolação de resultados de outro agregado  
**GRANULOMETRIA DECLARADA**



**BENCAPOR - Produção de Inertes, S.A.**  
Herdade Monte D'Ei Ray|  
7160 079 Bencatel | Tel 268408285 | Fax 26848137  
bencapor@cimpor.com | www.cimpor-portugal.pt  
NIPC 509337910



Pedreira de Origem: **Bencapor**  
 Nome Comercial: *Pó de Pedra*



## APLICAÇÃO

Agregados para betão:

Agregados para misturas betuminosas e tratamentos superficiais para estradas, aeroportos e outras áreas de circulação.

1315  
Sencoway - Produção de Inertes, S.A.  
Rondade Monte D'El Rey, 1 7165-079 Sencoway  
1315 - CPO - 0264

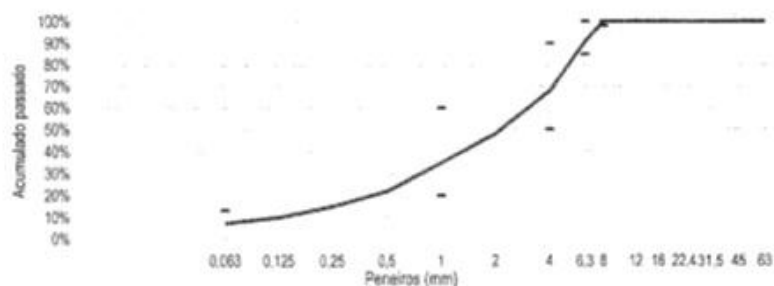
Designação de acordo com a EN 12620:2002 + A1:2008: 0/6

Designação de acordo com a EN 13043:2002 + EN 13043:2002/AC:2004: 0/6

| Propriedade                                      | Método de ensaio | Valor   | Notas<br>(Norma de referência)                                      |
|--|------------------|---|---|
| Descrição petrográfica                           | NP EN 932-3      | Estrutura – Compacta<br>Porosidade – Baixa<br>Rocha metamórfica - Marmore | —   |
| Dimensão dos agregados                           | NP EN 933-1      | 0/6   | EN 12620 2002 + A1:2008<br>EN 13043:2002 +<br>EN 13043:2002/AC:2004 |
| Categoria e tolerâncias nos peneiros intermédios |                  | G <sub>s</sub> 85   | EN 12620 2002 + A1:2008   |
|  |                  | G <sub>s</sub> 85 G <sub>TC</sub> NR                                      | EN 13043:2002 +<br>EN 13043:2002/AC:2004                            |
| Teor de finos                                    |                  | f <sub>13</sub>   | EN 12620 2002 + A1:2008   |
| Absorção de água                                 | NP EN 1097-6     | 0.2% - 0.4%   | EN 12620 2002 + A1:2008<br>EN 13043:2002 +<br>EN 13043:2002/AC:2004 |
| Massa volumica (l/Se/Sa) (±0,05)                 |                  | 2,74/2,72/2,72Mg/m <sub>3</sub>   |   |
| Reactividade Alcalis Silica                      | ASTM C1260-1     | Classe I  | EN 12620 2002 + A1:2008   |
| Retração por secagem <sup>(1)</sup>              | NP EN 1357-4     | 0.026%  |   |
| Teor de Enxofre <sup>(1)</sup>                   | NP EN 1744-1     | 0,03%   |   |
| Teor de húmus <sup>(1)</sup>                     | NP EN 1744-1     | Não contém  |   |

<sup>11</sup> Por extrapolação de resultados de outro agregado

#### GRANULOMETRIA DECLARADA



**BENCAPOR** - Produção de Inertes, S.A.  
Herdade Monte D'El Rey  
7160 079 Bencatel | Tel 266408285 | Fax 26648137  
bencapor@cinpor.com | www.cinpor-portugal.pt  
NIPC 508337910

09.10.2012  
12.12.2011  
Grafenw...

## **ANEXO B**

### ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DOS AGREGADOS

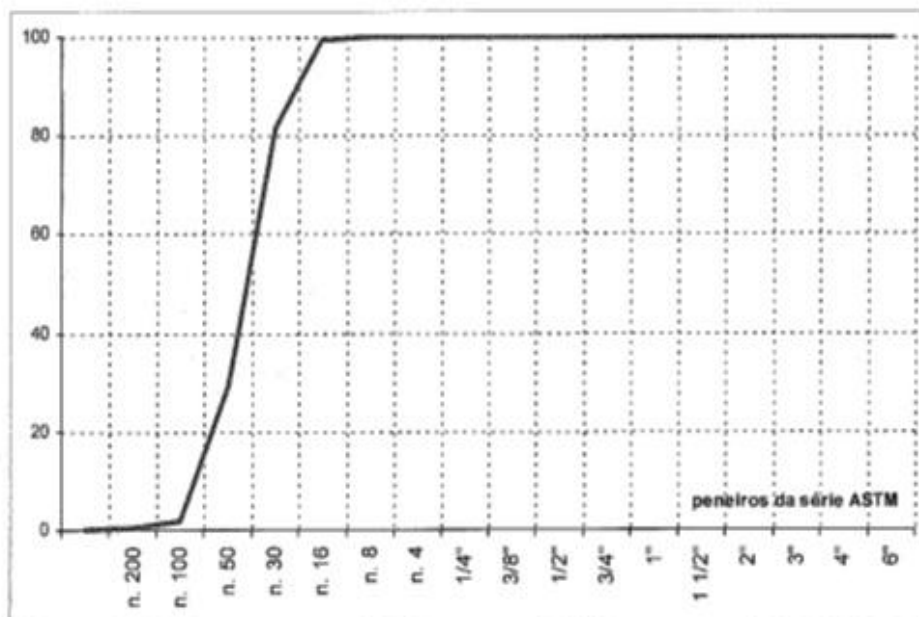


**IBERA**  
INDÚSTRIA DE BETÃO, S.A.

# NP 1379 - Granulometria e massa volúmica de agregados

|             |                |                  |            |                              |       |
|-------------|----------------|------------------|------------|------------------------------|-------|
| designação  | Areia Fina 0/1 | tipo             | rolado     | m. vol. (kg/m <sup>3</sup> ) | 2630  |
| n.º amostra | 1541           | cliente          |            | massa total (kg)             | 0,453 |
| origem      | Sesimbra       | obra             |            | máx. dim ACI (mm)            | 1,18  |
| fornecedor  | Sulinerte      | central          |            | máx. dim Faury (mm)          | 1,20  |
|             |                | data de colheita | 2011-07-04 | min. dimensão (mm)           | 0,15  |
|             |                | data de ensaio   | 2011-07-07 |                              |       |

| PENEIRO          | MALHA<br>mm | RESÍDUO |       | RESÍDUOS ACUMULADOS |        | ÁGUA DE MOLHAGEM % |         |          |
|------------------|-------------|---------|-------|---------------------|--------|--------------------|---------|----------|
|                  |             | g       | %     | passado             | retido | COEFICIENTES       |         | agregado |
|                  |             |         |       |                     |        | rolado             | britado |          |
| 6"               | 150,0       | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,08               | 0,08    | 0,00     |
| 4"               | 100,0       | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,12               | 0,13    | 0,00     |
| 3"               | 75,0        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,16               | 0,18    | 0,00     |
| 2"               | 50,0        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,20               | 0,23    | 0,00     |
| 1 1/2"           | 37,5        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,24               | 0,28    | 0,00     |
| 1"               | 25,0        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,39               | 0,44    | 0,00     |
| 3/4"             | 19,0        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,55               | 0,60    | 0,00     |
| 1/2"             | 12,5        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,92               | 1,10    | 0,00     |
| 3/8"             | 9,50        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 1,30               | 1,60    | 0,00     |
| 1/4"             | 6,30        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 1,75               | 2,20    | 0,00     |
| n. 4             | 4,75        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 2,25               | 2,80    | 0,00     |
| n. 8             | 2,36        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 4,0                | 5,2     | 0,00     |
| n. 16            | 1,18        | 3,1     | 0,7   | 99,3                | 0,7    | 7,0                | 8,6     | 0,05     |
| n. 30            | 0,600       | 80,9    | 17,9  | 81,5                | 18,5   | 10,0               | 12,3    | 1,79     |
| n. 50            | 0,300       | 236,9   | 52,3  | 29,2                | 70,8   | 13,0               | 17,2    | 6,80     |
| n. 100           | 0,150       | 124,8   | 27,5  | 1,6                 | 98,4   | 20,0               | 24,6    | 5,51     |
| n. 200           | 0,075       | 5,9     | 1,3   | 0,3                 | 99,7   | 26,0               | 26,0    | 0,34     |
| refugo           |             | 1,4     | 0,3   | 0,0                 | 100,0  | 26,0               | 26,0    | 0,08     |
| totais           |             | 453,0   | 100,0 |                     |        |                    |         |          |
| módulo de finura |             |         |       |                     | 1,88   |                    |         | 14,56    |





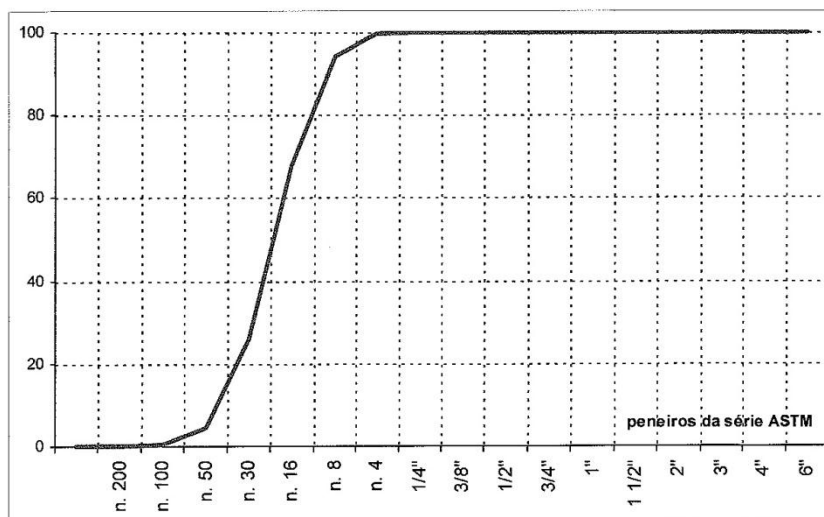
# NP 1379 - Granulometria e massa volúmica de agregados

designação Areia Grossa  
nº amostra 909  
origem Melides  
fornecedor Grandareia

tipo rolado  
cliente  
obra  
central  
data de colheita 2011-07-12  
data de ensaio 2011-07-13

m. vol. (kg/m3) 2620  
massa total (kg) 0,619  
máx. dim ACI (mm) 2,36  
máx. dim Faury (mm) 2,63  
mín. dimensão (mm) 0,30

| PENEIRO          | MALHA<br>mm | RESÍDUO |       | RESÍDUOS ACUMULADOS |        | ÁGUA DE MOLHAGEM % |         |          |
|------------------|-------------|---------|-------|---------------------|--------|--------------------|---------|----------|
|                  |             | g       | %     | passado             | retido | COEFICIENTES       |         | agregado |
|                  |             |         |       |                     |        | rolado             | britado |          |
| 6"               | 150,0       | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,08               | 0,08    | 0,00     |
| 4"               | 100,0       | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,12               | 0,13    | 0,00     |
| 3"               | 75,0        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,16               | 0,18    | 0,00     |
| 2"               | 50,0        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,20               | 0,23    | 0,00     |
| 1 1/2"           | 37,5        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,24               | 0,28    | 0,00     |
| 1"               | 25,0        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,39               | 0,44    | 0,00     |
| 3/4"             | 19,0        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,55               | 0,60    | 0,00     |
| 1/2"             | 12,5        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,92               | 1,10    | 0,00     |
| 3/8"             | 9,50        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 1,30               | 1,60    | 0,00     |
| 1/4"             | 6,30        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 1,75               | 2,20    | 0,00     |
| n. 4             | 4,75        | 2,3     | 0,4   | 99,6                | 0,4    | 2,25               | 2,80    | 0,01     |
| n. 8             | 2,36        | 34,7    | 5,6   | 94,0                | 6,0    | 4,0                | 5,2     | 0,22     |
| n. 16            | 1,18        | 162,9   | 26,3  | 67,7                | 32,3   | 7,0                | 8,6     | 1,84     |
| n. 30            | 0,600       | 259,8   | 41,9  | 25,8                | 74,2   | 10,0               | 12,3    | 4,19     |
| n. 50            | 0,300       | 132,1   | 21,3  | 4,5                 | 95,5   | 13,0               | 17,2    | 2,77     |
| n. 100           | 0,150       | 26,2    | 4,2   | 0,2                 | 99,8   | 20,0               | 24,6    | 0,85     |
| n. 200           | 0,075       | 0,6     | 0,1   | 0,1                 | 99,9   | 26,0               | 26,0    | 0,03     |
| refugo           |             | 0,9     | 0,1   | 0,0                 | 100,0  | 26,0               | 26,0    | 0,04     |
| totais           |             | 619,5   | 100,0 |                     |        |                    |         |          |
| módulo de finura |             |         |       |                     | 3,08   |                    |         | 9,95     |





LABORATÓRIO CENTRAL

**DETERMINAÇÃO DAS MASSAS VOLÚMICAS E ABSORÇÃO DE ÁGUA (NP EN 1097-6)**  
MÉTODO DO CESTO DE REDE METÁLICA - PARTÍCULAS ENTRE 4mm E 31,5mmC. PRODUÇÃO: 7/VerdeEquipamento: Balança: 006 Estufa: 005 Cesto 1: \_\_\_\_\_ 2: \_\_\_\_\_ 3: \_\_\_\_\_  
Peneira 4mm: \_\_\_\_\_ Peneira 31,5mm: \_\_\_\_\_ Mesa hidrostática: \_\_\_\_\_  
Termómetro: 043 Relógio: \_\_\_\_\_**1. IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS**

| AMOSTRA Nº: | DATA DE RECOLHA | DESIGNAÇÃO          |
|-------------|-----------------|---------------------|
| 1           | 1592 03-11-2011 | Borda S - Borda S   |
| 2           | 1576 07-11-2011 | Borda II - Borda II |
| 3           |                 |                     |

**2. ENSAIOS**

| AMOSTRA Nº: | INÍCIO DO ENSAIO |       |            | FINAL DO ENSAIO |       |            |
|-------------|------------------|-------|------------|-----------------|-------|------------|
|             | DATA             | HORA  | TEMP. ÁGUA | DATA            | HORA  | TEMP. ÁGUA |
| 1           | 1592 03-11-2011  | 13:30 | 17,2       | 04-11-2011      | 19:00 | 17,4       |
| 2           | 1576 07-11-2011  | 08:30 | 15,4       | 08-11-2011      | 09:00 | 14,8       |
| 3           |                  |       |            |                 |       |            |

Deixar o cesto com o agregado imerso na água a (22±3)°C durante (24±0,5)h

| AMOSTRA Nº: | M1 (g) | M2 (g) | M3 (g) | M4 (g) | $P_c^{24h}$ (Mg/m³) | $P_{sd}^{24h}$ (Mg/m³) | $P_{sd}^{24h}$ (Mg/m³) | WA <sub>24</sub> (%) |
|-------------|--------|--------|--------|--------|---------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
| 1           | 3757,5 | 3173,0 | 792,5  | 5735,5 | 2,754               | 2,710                  | 2,725                  | 0,59                 |
| 2           | 4151,5 | 3422,5 | 772,5  | 4138,5 | 2,741               | 2,718                  | 2,726                  | 0,31                 |
| 3           |        |        |        |        |                     |                        |                        |                      |

**3. LEGENDA**

- M1 - Massa do provete com as partículas saturadas s/ água superficial  
M2 - Massa do provete com o cesto submerso na água  
M3 - Massa do cesto submerso na água  
M4 - Massa do provete seco

- $P_c$  - Massa volúmica do material impermeável das partículas  
 $P_{sd}$  - Massa volúmica das partículas secas em estufa  
 $P_{sd}^{24h}$  - Massa volúmica das partículas saturadas com superfície seca  
WA<sub>24</sub> - Absorção de água  
 $P_w$  - Massa volúmica da água à temperatura registada na altura da determinação de M2

$$M4 / ((M4 - (M2 - M3)) / P_w)$$
$$M4 / ((M1 - (M2 - M3)) / P_w)$$
$$M1 / ((M1 - (M2 - M3)) / P_w)$$
$$(100 \times (M1 - M4)) / M4$$

08/11/2011

145,30,1

Efectuado por:

António



**IBERA**  
INDÚSTRIA DE BETÃO, S.A.

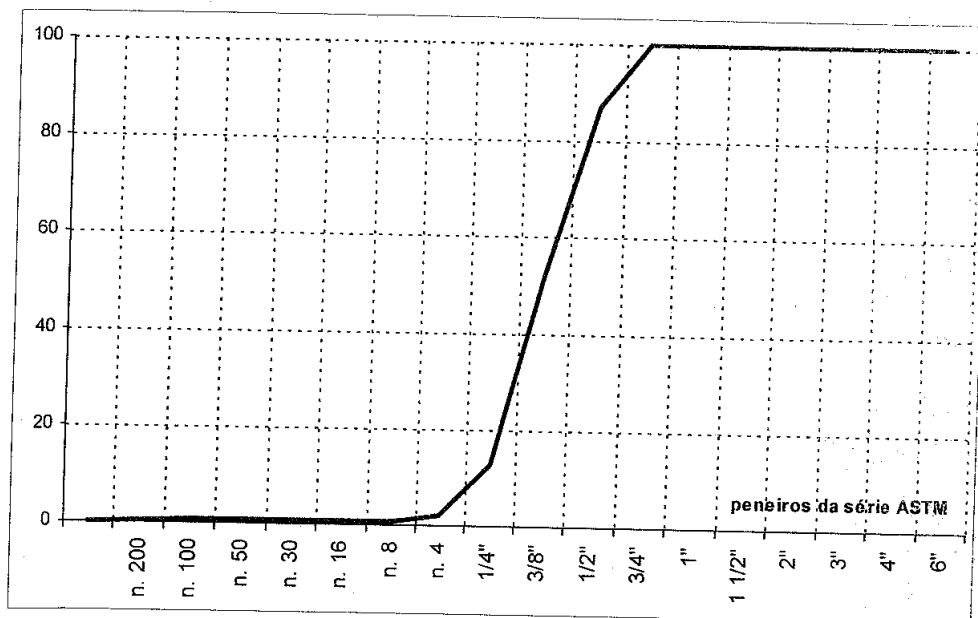
**NP 1379 - Granulometria e massa volúmica de agregados**

designação Brita 1  
nº amostra 1654  
origem Bencatel  
fornecedor Bencapor

tipo britado  
cliente  
obra  
central  
data de colheita 2012-03-07  
data de ensaio 2012-03-07

m. vol. (kg/m³) 2710  
massa total (kg) 1,261  
máx. dim ACI (mm) 19,00  
máx. dim Faury (mm) 13,62  
mín. dimensão (mm) 4,75

| PENEIRO          | MALHA<br>mm | RESÍDUO |       | RESÍDUOS ACUMULADOS |        | ÁGUA DE MOLHAGEM % |       |      |
|------------------|-------------|---------|-------|---------------------|--------|--------------------|-------|------|
|                  |             | g       | %     | passado             | retido | COEFICIENTES       |       |      |
|                  |             |         |       |                     |        | rolação            | brida |      |
| 6"               | 150,0       | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,08               | 0,08  | 0,00 |
| 4"               | 100,0       | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,12               | 0,12  | 0,00 |
| 3"               | 75,0        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,16               | 0,16  | 0,00 |
| 2"               | 50,0        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,20               | 0,23  | 0,00 |
| 1 1/2"           | 37,5        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,24               | 0,28  | 0,00 |
| 1"               | 25,0        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,39               | 0,44  | 0,00 |
| 3/4"             | 19,0        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,55               | 0,60  | 0,00 |
| 1/2"             | 12,5        | 165,1   | 13,1  | 86,9                | 13,1   | 0,92               | 1,10  | 0,14 |
| 3/8"             | 9,50        | 441,7   | 35,0  | 51,9                | 48,1   | 1,30               | 1,60  | 0,56 |
| 1/4"             | 6,30        | 493,6   | 39,1  | 12,7                | 87,3   | 1,75               | 2,20  | 0,86 |
| n. 4             | 4,75        | 135,1   | 10,7  | 2,0                 | 98,0   | 2,25               | 2,80  | 0,30 |
| n. 8             | 2,36        | 17,2    | 1,4   | 0,7                 | 99,3   | 4,0                | 5,2   | 0,07 |
| n. 16            | 1,18        | 0,0     | 0,0   | 0,7                 | 99,3   | 7,0                | 8,6   | 0,00 |
| n. 30            | 0,600       | 0,0     | 0,0   | 0,7                 | 99,3   | 10,0               | 12,3  | 0,00 |
| n. 50            | 0,300       | 0,0     | 0,0   | 0,7                 | 99,3   | 13,0               | 17,2  | 0,00 |
| n. 100           | 0,150       | 0,4     | 0,0   | 0,6                 | 99,4   | 20,0               | 24,6  | 0,01 |
| n. 200           | 0,075       | 2,4     | 0,2   | 0,4                 | 99,6   | 26,0               | 26,0  | 0,03 |
| refugo           |             | 5,6     | 0,4   | 0,0                 | 100,0  | 26,0               | 26,0  | 0,12 |
| totais           |             | 1261,1  | 100,0 |                     |        |                    |       |      |
| módulo de finura |             |         |       |                     | 6,43   |                    |       | 2,11 |





**IBERA**  
INDÚSTRIA DE BETÃO, S.A.

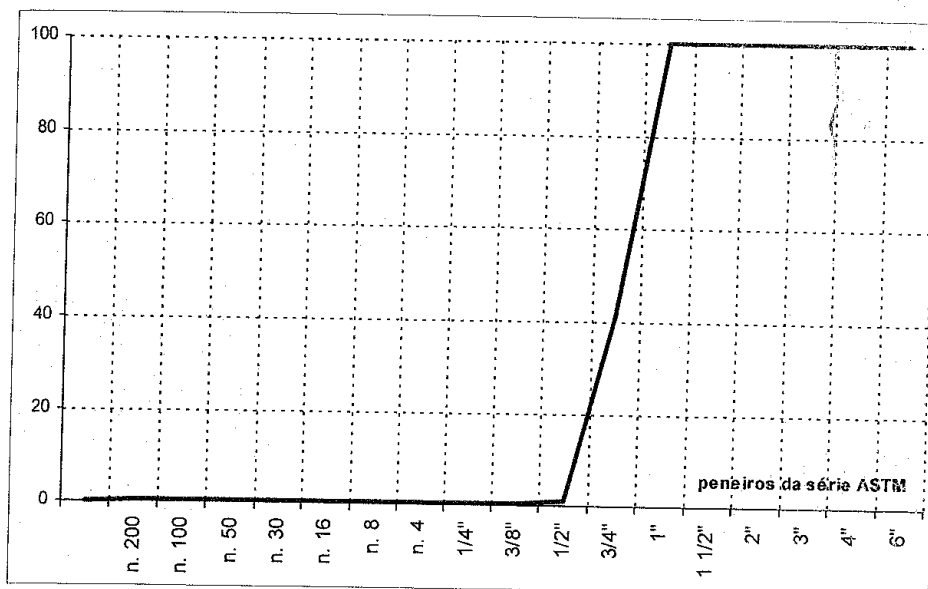
**NP 1379 - Granulometria e massa volúmica de agregados**

designação Brita 2  
nº amostra 1652  
origem Bencatel  
fornecedor Bencapor

tipo britado  
cliente  
obra  
central  
data de colheita 2012-03-07  
data de ensaio 2012-03-07

m. vol. (kg/m³) 2720  
massa total (kg) 1,728  
máx. dim ACI (mm) 25,00  
máx. dim Faury (mm) 25,00  
mín. dimensão (mm) 12,50

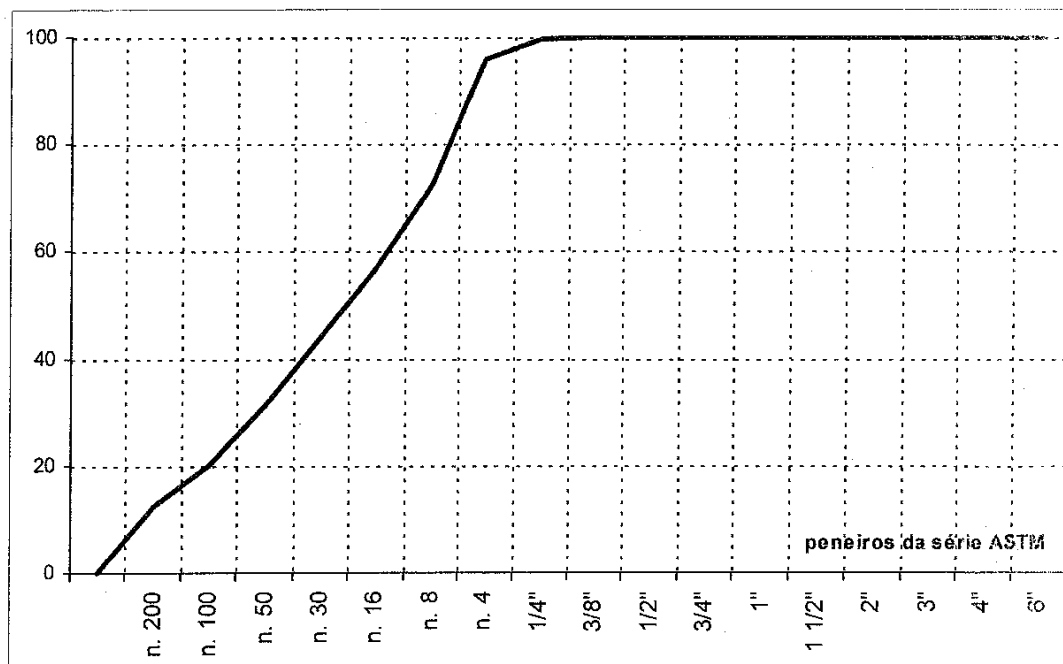
| PENEIRO          | MALHA<br>mm | RESÍDUO |       | RESÍDUOS ACUMULADOS |        | ÁGUA DE MOLHA % |         |          |
|------------------|-------------|---------|-------|---------------------|--------|-----------------|---------|----------|
|                  |             | g       | %     | passado             | retido | COEFICIENTES    |         | agregado |
|                  |             |         |       |                     |        | rolado          | britado |          |
| 6"               | 150,0       | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,08            | 0,03    | 0,00     |
| 4"               | 100,0       | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,12            | 0,13    | 0,00     |
| 3"               | 75,0        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,16            | 0,18    | 0,00     |
| 2"               | 50,0        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,20            | 0,23    | 0,00     |
| 1 1/2"           | 37,5        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,24            | 0,28    | 0,00     |
| 1"               | 25,0        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,39            | 0,44    | 0,00     |
| 3/4"             | 19,0        | 1014,0  | 58,7  | 41,3                | 58,7   | 0,55            | 0,60    | 0,35     |
| 1/2"             | 12,5        | 696,5   | 40,3  | 1,0                 | 99,0   | 0,92            | 1,10    | 0,44     |
| 3/8"             | 9,50        | 10,1    | 0,6   | 0,4                 | 99,6   | 1,30            | 1,60    | 0,01     |
| 1/4"             | 6,30        | 0,0     | 0,0   | 0,4                 | 99,6   | 1,75            | 2,20    | 0,00     |
| n. 4             | 4,75        | 0,0     | 0,0   | 0,4                 | 99,6   | 2,25            | 2,80    | 0,00     |
| n. 8             | 2,36        | 0,0     | 0,0   | 0,4                 | 99,6   | 4,0             | 5,2     | 0,00     |
| n. 16            | 1,18        | 0,0     | 0,0   | 0,4                 | 99,6   | 7,0             | 8,6     | 0,00     |
| n. 30            | 0,600       | 0,0     | 0,0   | 0,4                 | 99,6   | 10,0            | 12,3    | 0,00     |
| n. 50            | 0,300       | 0,3     | 0,0   | 0,4                 | 99,6   | 13,0            | 17,2    | 0,00     |
| n. 100           | 0,150       | 0,4     | 0,0   | 0,4                 | 99,6   | 20,0            | 24,6    | 0,01     |
| n. 200           | 0,075       | 1,1     | 0,1   | 0,3                 | 99,7   | 26,0            | 28,0    | 0,02     |
| refugo           |             | 5,3     | 0,3   | 0,0                 | 100,0  | 26,0            | 28,0    | 0,03     |
| totais           |             | 1727,7  | 100,0 |                     |        |                 |         |          |
| módulo de finura |             |         |       |                     | 7,56   |                 |         | 0,91     |



# NP 1379 - Granulometria e massa volúmica de agregad

|            |                 |                  |            |                     |       |
|------------|-----------------|------------------|------------|---------------------|-------|
| designação | Areia Britad0/6 | tipo             | britado    | m. vol. (kg/m3)     | 2720  |
| nº amostra | 1071            | cliente          |            | massa total (kg)    | 0,851 |
| origem     | Bencatel        | obra             |            | máx. dim ACI (mm)   | 4,75  |
| fornecedor | Bencapor        | central          | Borba      | máx. dim Faury (mm) | 5,19  |
|            |                 | data de colheita | 2012-05-06 | mín. dimensão (mm)  | 0,00  |
|            |                 | data de ensaio   | 2012-05-16 |                     |       |

| PENEIRO          | MALHA<br>mm | RESÍDUO |       | RESÍDUOS ACUMULADOS |        | ÁGUA DE MOLHAGEM % |         |          |
|------------------|-------------|---------|-------|---------------------|--------|--------------------|---------|----------|
|                  |             | g       | %     | passado             | retido | COEFICIENTES       |         | agregado |
|                  |             |         |       |                     |        | rolado             | britado |          |
| 6"               | 150,0       | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,08               | 0,08    | 0,00     |
| 4"               | 100,0       | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,12               | 0,13    | 0,00     |
| 3"               | 75,0        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,16               | 0,18    | 0,00     |
| 2"               | 50,0        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,20               | 0,23    | 0,00     |
| 1 1/2"           | 37,5        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,24               | 0,28    | 0,00     |
| 1"               | 25,0        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,39               | 0,44    | 0,00     |
| 3/4"             | 19,0        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,55               | 0,60    | 0,00     |
| 1/2"             | 12,5        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 0,92               | 1,10    | 0,00     |
| 3/8"             | 9,50        | 0,0     | 0,0   | 100,0               | 0,0    | 1,30               | 1,60    | 0,00     |
| 1/4"             | 6,30        | 1,9     | 0,2   | 99,8                | 0,2    | 1,75               | 2,20    | 0,00     |
| n. 4             | 4,75        | 34,0    | 4,0   | 95,8                | 4,2    | 2,25               | 2,80    | 0,11     |
| n. 8             | 2,36        | 197,0   | 23,2  | 72,6                | 27,4   | 4,0                | 5,2     | 1,20     |
| n. 16            | 1,18        | 136,1   | 16,0  | 56,6                | 43,4   | 7,0                | 8,6     | 1,38     |
| n. 30            | 0,600       | 108,8   | 12,8  | 43,8                | 56,2   | 10,0               | 12,3    | 1,57     |
| n. 50            | 0,300       | 107,0   | 12,6  | 31,3                | 68,7   | 13,0               | 17,2    | 2,16     |
| n. 100           | 0,150       | 97,9    | 11,5  | 19,8                | 80,2   | 20,0               | 24,6    | 2,83     |
| n. 200           | 0,075       | 63,2    | 7,4   | 12,3                | 87,7   | 26,0               | 26,0    | 1,93     |
| refugo           |             | 105,0   | 12,3  | 0,0                 | 100,0  | 26,0               | 26,0    | 3,21     |
| totais           |             | 850,9   | 100,0 |                     |        |                    |         | 14,40    |
| módulo de finura |             |         |       |                     | 2,80   |                    |         |          |





# Relatório de Ensaio

## Laboratório Central do Grupo Cimpor

Edifício CIMPOR - Av. Severiano Falcão, 8  
2689-524 Prior Velho-Portugal  
Tel. 21 940 8600 - Fax: 21 942 2901



L0218  
Ensaios



|  |                     |            |
|--|---------------------|------------|
| <b>Cliente/Endereço:</b><br>Sr. Eng.º Pedro Moutinho<br>BENCAPOR - Produção de Inertes, S.A.<br>Apartado 424 - 7006-805 - Évora<br>Nota de Encomenda Nº 6490000422<br><b>Proveniência: BENCAPOR - Bencatel</b> | <b>Relatório Nº</b> | 1384B      |
|  | <b>Processo Nº</b>  | 3964AI     |
|  | <b>Material</b>     | Ver mapa   |
|  | <b>Colheita</b>     | 11-10-2011 |
|  | <b>Entrada</b>      | 13-10-2011 |
|  | <b>Saída</b>        | 19-10-2011 |

Este relatório não pode ser reproduzido integral ou parcialmente sem a autorização prévia do LC

Página 6/7

### DETERMINAÇÃO DA MASSA VOLUMICA E DA ABSORÇÃO DE ÁGUA DE AGREGADOS

#### NP EN 1097 - 6 : 2003/EN 1097 - 6 : 2000/A1 : 2005

Método do picnómetro para partículas de agregado de dimensão entre 0,063 mm e 4 mm

| Amostra Nº          | Fracção<br>Granulométrica | Massa da amostra seca<br>utilizada | Data da realização do ensaio |            |
|---------------------|---------------------------|------------------------------------|------------------------------|------------|
|                     |                           |                                    | Início                       | Fim        |
| 5482D - Pó de Pedra | Entre 4,0 e 0,063 mm      | 1105,5                             | 18-10-2011                   | 19-10-2011 |

Percentagem de cada fracção  
do agregado utilizado no ensaio

| Malha<br>(mm) | % de amostra |
|---------------|--------------|
| 4,0           | 0,0%         |
| 2,0           | 29,9%        |
| 1,0           | 14,4%        |
| 0,500         | 8,1%         |
| 0,250         | 6,9%         |
| 0,125         | 6,5%         |
| 0,063         | 5,4%         |

#### Resultados

|   |      |
|---|------|
| Massa volúmica impermeável das partículas (Mg/m³) | 2,71 |
| Massa volúmica das partículas saturadas (Mg/m³)   | 2,69 |
| Massa volúmica das partículas secas (Mg/m³)       | 2,68 |
| % Absorção de água                                | 0,4  |

Data da realização de ensaios: Início 18-10-2011 Fim 19-10-2011

OBS: A recolha da amostra foi da responsabilidade do cliente. N.A. - Ensaio não acreditado.

O Técnico:  
Paulo Alarcão

O Chefe do Laboratório:  
João Pereira

Os resultados deste relatório são apenas  
válidos para os itens ensaiados

REN 503 13/E

CIMPOR TEC- Engenharia e Serv.Téc. de apoio ao Grupo SA R.Alexandre Herculano, 35-Apart 2211-1106-802 LISBOA-PORTUGAL Tel:21 3118100-Fax:21 3561381 Contribuinte Nº 507 098 978-Capital 50 000 Euros - C.R. C. Lisboa Nº 13767

## **ANEXO C**

### FICHA TÉCNICA DO CIMENTO E CONTROLO ESTATÍSTICO



## Cimento Portland de Calcário CEM II/A-L 42,5R



NP EN 197-1 0856

### ► Constituintes

$80\% \leq \text{Clinker} \leq 94\%$   
 $6\% \leq \text{Calcário} \leq 20\%$   
Sulfato de cálcio regulador de presa



### ► Características

#### ► Químicas

Sulfatos ( $\text{SO}_3$ )  $\leq 4,0\%$   
Claretos (Cl)  $\leq 0,10\%$

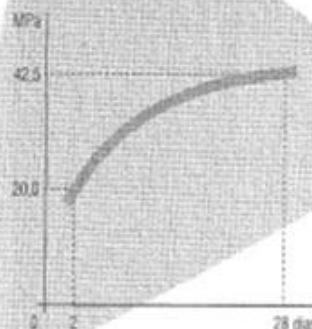
#### ► Físicas

Início de presa (min)  $\geq 60$   
Expansibilidade (mm)  $\leq 10$

#### ► Mecânicas

Resistência à compressão  
Valores mínimos  
2 dias: 20,0 MPa  
28 dias: 42,5 MPa

Resistência mecânica à compressão  
Curva de crescimento mínimo



### ► Propriedades especiais do betão fabricado com este cimento

- Desenvolvimento rápido das resistências mecânicas
- Elevadas resistências a todas as idades
- Grande leque de utilizações e bom comportamento mesmo em meios moderadamente agressivos
- Trabalhabilidade elevada
- Particularmente adequado para Classes de Exposição XC

## ► Utilizações recomendadas

- **Betão armado**  
Indicado indistintamente para todas as classes de resistência com especial vantagem nas de C25/30 a C40/50
- **Pré-fabricação**  
Artefactos  
Elementos estruturais em betão armado e pré-esforçado  
Blocos de alvenaria e abobadilha em betão leve
- **Pavimentos rodoviários**  
Camadas de base e sub base em betão pobre  
Solo cimento  
Camadas de desgaste
- **Betão simples de uso geral**
- **Caldas de injeção de uso generalizado**
- **Betão projectado**

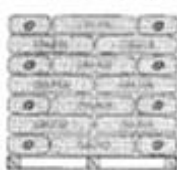
## ► Precauções na aplicação

- Evitar betonagens sob temperaturas baixas
- Assegurar uma cura e protecção adequadas de acordo com as disposições normativas
- Respeitar as dosagens de cimento mínimas e as relações água/cimento máximas normativas
- Assegurar uma cura e protecção adequadas de acordo com as disposições normativas

## ► Contra-indicações

- Em ambientes agressivos seguir estritamente as recomendações normativas e os textos técnicos sobre o assunto
- Betonagem de grandes massas

## ► Acondicionamento



**Palete**

49 Sacos de 35 kg - 1715 kg



**Pacote**

55 Sacos de 35kg - 1925 kg

Camião de 25 toneladas com meios de descarga próprios devidamente selado



**Granel**  
25 toneladas

## ► Ambiente e Segurança

- Usar vestuário de protecção, luvas e equipamento protector para a vista/face adequados
- Quando ensacado contém redutor de crómio (VI) cujo período de eficácia é de dois meses após a data de ensacagem
- A produção deste cimento representa uma diminuição das emissões de CO<sub>2</sub> para atmosfera
- Para mais informações, consulte a Ficha de Dados de segurança



**ÁREA COMERCIAL**  
Av. Severiano Falcão, 8 - Edifício CIMPOR - 2903-624 PRAIA VELHA  
Tel.: 21 940 88 43 - Fax: 21 940 87 60

**ÁREA TÉCNICO-COMERCIAL**  
Av. Severiano Falcão, 9 - Edifício CIMPOR - 2903-624 PRAIA VELHA  
Tel.: 21 940 88 43 - Fax: 21 940 87 54

**ENCOMENDAS, CONTROLO DE VENDAS E CRÉDITO**  
S. Pedro Fins - Alentejo - Apartado 1022 - 4440-919 (PRAIA VELHA)  
Tel.: 22 968 01 03 - Fax: 22 967 19 30

[www.cimpor-portugal.pt](http://www.cimpor-portugal.pt)  
[comercial@cimpor.pt](mailto:comercial@cimpor.pt)

# CIMPOR IND

Emitido por: ATC - Área Técnico-Comercial

Brigão de: 2012/12/11 10:23

## CONTROLO ESTATÍSTICO

Entidade de Proveniência: C.P. Alhandra  
 Produto: CEM I/A - L 42,5 R  
 Variante: Todas  
 Entidade de Colheita: C.P. Alhandra  
 Natureza de Colheita:  
 Grupo de Naturezas de Colheita: AUT - Conform. com Norma

13.12.2012  
 2012.12.14  
 Colheita

| Ensaio                           | Unidade | Critério | Método | ESTATÍSTICAS |       |               | Estatística mensal dos três últimos meses |       |            |       |       |  |
|----------------------------------|---------|----------|--------|--------------|-------|---------------|---|-------|------------|-------|-------|--|
|                                  |         |          |        | de a         |       |               | 2011/11/01                                |       | 2012/10/01 |       |       |  |
|                                  |         |          |        | N            | Média | Desvio Padrão | Ago12                                     |       | Set12      |       | Out12 |  |
| Potência do Forno                | %       | CPA      | 105    | 6,40         | 0,00  | 7,02          | 0,40                                      | 8,53  | 0,43       | 8,27  | 0,34  |  |
| Oxido de Silício                 | %       | CPA      | 105    | 17,47        | 0,01  | 17,05         | 0,52                                      | 17,09 | 0,45       | 18,79 | 0,20  |  |
| Oxido de Alumínio                | %       | CPA      | 105    | 5,12         | 0,06  | 5,05          | 0,19                                      | 5,48  | 0,18       | 5,88  | 0,10  |  |
| Oxido de Ferro                   | %       | CPA      | 105    | 3,18         | 0,14  | 3,14          | 0,12                                      | 3,24  | 0,05       | 3,28  | 0,12  |  |
| Oxido de Cálcio Total            | %       | CPA      | 105    | 61,41        | 0,03  | 61,14         | 0,59                                      | 60,04 | 0,79       | 60,71 | 1,12  |  |
| Oxido de Magnésio                | %       | CPA      | 105    | 1,80         | 0,11  | 1,76          | 0,00                                      | 1,89  | 0,13       | 1,87  | 0,11  |  |
| Tenr de Sulfato (SO3) ≤ 4,0      | %       | CPA      | 105    | 3,19         | 0,23  | 3,15          | 0,22                                      | 3,16  | 0,18       | 3,05  | 0,06  |  |
| Tenr de Cloreto ≤ 0,10           | %       | CPA      | 85     | 0,02         | 0,01  | 0,03          | 0,01                                      | 0,02  | 0,00       | 0,03  | 0,01  |  |
| Cal Livre                        | %       | CPA      | 105    | 1,05         | 0,27  | 1,11          | 0,35                                      | 0,97  | 0,15       | 0,71  | 0,26  |  |
| Resíduo Insolúvel                | %       | CPA      | 27     | 1,81         | 0,77  | 1,51          | 0,24                                      | 2,85  | 1,64       | 3,14  | 1,54  |  |
| Massa Volumica                   | g/cm3   | CPA      | 105    | 3,05         | 0,01  | 3,04          | 0,01                                      | 3,04  | 0,02       | 3,05  | 0,01  |  |
| Sup. Esp. (Blaine)               | cm2/g   | CPA      | 105    | 4070         | 125   | 4089          | 59  | 4004  | 100        | 4090  | 57    |  |
| Granulometria 45 µm              | %       | CPA      | 105    | 5,3          | 0,9   | 5,3           | 0,7                                       | 5,6   | 0,6        | 4,8   | 0,6   |  |
| Água de Pasta                    | %       | CPA      | 105    | 20,7         | 0,4   | 20,6          | 0,6                                       | 20,0  | 0,2        | 20,9  | 0,6   |  |
| Início de Pressa 3 60            | min     | CPA      | 105    | 135          | 8     | 135           | 6   | 130   | 5          | 135   | 7     |  |
| Fim de Pressa                    | min     | CPA      | 105    | 195          | 10    | 195           | 12  | 189   | 7          | 191   | 7     |  |
| Expansibilidade ≤ 10             | mm      | CPA      | 105    | 0,4          | 0,3   | 0,5           | 0,3                                       | 0,6   | 0,3        | 0,6   | 0,2   |  |
| Res.Comp.2 dias ≥ 20,0           | MPa     | CPA      | 105    | 32,9         | 1,5   | 33,1          | 1,4                                       | 33,4  | 0,6        | 32,5  | 0,8   |  |
| Res.Comp.7 dias                  | MPa     | CPA      | 105    | 44,0         | 1,2   | 43,3          | 1,3                                       | 44,3  | 0,7        | 43,3  | 0,8   |  |
| Res.Comp.28 dias ≥ 42,5 e ≥ 52,5 | MPa     | CPA      | 105    | 53,3         | 1,0   | 52,7          | 0,5                                       | 52,8  | 1,0        | 52,5  | 0,3   |  |

(N) Número de resultados para as estatísticas mensais

Página 1 / 1

\* Número de resultados suficiente para cálculos estatísticos

## **ANEXO D**

### CINZAS VOLANTES: FICHA TÉCNICA

## FICHA DE INFORMAÇÃO DO PRODUTO

Produto:

CINZAS VOLANTES

Data: 08-05-2011

Revisão: —

Página: 1/9

## 01 – IDENTIFICAÇÃO DA SUBSTÂNCIA/PREPARAÇÃO E DA EMPRESA

NOME DA  
SUBSTÂNCIA/PREPARAÇÃO: Cinzas Volantes provenientes da combustão do carvão

EC n.º: 931-322-8

CAS: 68131-74-8

Nº de Registo REACH: 01-2119491179-27-0012

SINÓNIMOS: Cinza Volante  
Pulverized Fuel Ash (PFA)

UTILIZAÇÕES RECOMENDADAS: Betão pronto, cimento adição tipo II, argamassas e caldas

FORNECEDOR: EDP – Gestão da Produção de Energia, S.A.  
Centro de Produção Sines  
Apartado 46, S. Torpes  
7520-901 Sines  
Tel: +351 269 001 000 Fax: +351 269 001 440NÚMERO DE TELEFONE DE  
EMERGÊNCIA: +351 808 250 143 (Centro de Informação Anti-Venenos - CIAV)PESSOA RESPONSÁVEL: Marisa Abadeço  
TELEFONE: +351 269 001 323

**Nota:** As cinzas volantes registadas segundo o processo "JS Ashes (resíduo), coal", que deu origem ao número de registo REACH acima indicado, não possuem propriedades perigosas. Para evitar potencial confusão, não foi preparada uma Ficha de Dados de Segurança. A informação dada nesta ficha, Ficha de Informação do Produto é elaborada de acordo com a estrutura contida no Anexo II do Regulamento REACH (EC Nº 1907/2006 e emenda 453/2010). Informação específica, como seja a PNEC (concentração previsivelmente sem efeitos) e o DNEL (nível derivado de exposição sem efeitos) que não está incluída nesta ficha, está disponível no Relatório de Segurança Química (CSR).

## FICHA DE INFORMAÇÃO DO PRODUTO

Produto:

CINZAS VOLANTES

Data: 08-05-2011

Revisão: —

Página: 2/9

---

**02 - IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS**CLASSIFICAÇÃO DA  
SUBSTÂNCIA OU MISTURA:

De acordo com a Directiva 67/548/CEE e o Regulamento (CE) 1272/2008 a substância é classificada como não perigosa.

ELEMENTOS DO RÓTULO:

De acordo com a Directiva 67/548/CEE e o Regulamento (CE) 1272/2008 a substância não precisa de ser rotulada.

OUTROS PERIGOS:

Não relevante.

---

**03 – COMPOSIÇÃO/INFORMAÇÃO SOBRE OS COMPONENTES****SUBSTÂNCIAS:**

NOME EC:

Cinzas (resíduos) de carvão

PUREZA:

100% (UVCB)

NATUREZA QUÍMICA DA  
PREPARAÇÃO:SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e CaO (componentes maioritários)

**Nota:** O produto é UVCB - substância composta por material vítreo/amorfo e minerais. A sua composição química é baseada em elementos que são reportados em percentagem mássica dos respectivos óxidos, isto é, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO.

**MISTURAS:**Não aplicável.

---



## FICHA DE INFORMAÇÃO DO PRODUTO

Produto:

CINZAS VOLANTES

Revisão: —

Data: 08-05-2011

Página: 3/9

---

**04 – PRIMEIROS SOCORROS****DESCRIÇÃO DAS MEDIDAS DE  
PRIMEIROS SOCORROS:**Inalação:

Em caso de inalação de grande quantidade da substância, deslocar a pessoa para uma zona ao ar livre. Em caso de dificuldade respiratória, procurar assistência médica.

Ingestão:

Beber muita água. Procurar assistência médica em caso de incómodo ou desconforto.

Contacto com a pele:

Lavar com sabão e água. Procurar assistência médica em caso de persistência da irritação.

Contacto com os olhos:

Lavar com água. Procurar assistência médica em caso de persistência da irritação.

**NOTAS PARA A ASSISTÊNCIA  
MÉDICA:**

Não há reacções alérgicas conhecidas em relação a cinzas volantes.

**SINTOMAS E EFEITOS MAIS  
IMPORTANTES, TANTO AGUDOS  
COMO RETARDADOS:**

Pode ocorrer irritação dos olhos e da pele.

**INDICAÇÕES SOBRE CUIDADOS  
MÉDICOS URGENTES E  
TRATAMENTOS ESPECIAIS  
NECESSÁRIOS:**

Não aplicável.

---

**05 – MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIOS****MEIOS DE EXTINÇÃO:**

Esta substância não é inflamável. Usar qualquer agente de extinção adequada em caso de fogo na proximidade.

**PERIGOS ESPECIAIS  
DECORRENTES DA SUBSTÂNCIA  
OU MISTURA:**

Não aplicável.

**RECOMENDAÇÕES PARA O  
PESSOAL DE COMBATE A  
INCÊNDIOS:**

Não aplicável.

---

## FICHA DE INFORMAÇÃO DO PRODUTO

Produto:

CINZAS VOLANTES

Data: 08-05-2011

Revisão: —

Página: 4/9

---

**06 – MEDIDAS A TOMAR EM CASO DE FUGAS ACIDENTAIS**

PRECAUÇÕES INDIVIDUAIS,  
EQUIPAMENTO DE  
PROTECÇÃO E  
PROCEDIMENTOS DE  
EMERGÊNCIA:

Evitar a dispersão de poeiras.  
-Ver alínea "Remissão para outras secções".

PRECAUÇÕES A NÍVEL  
AMBIENTAL:

Evitar a dispersão de poeiras. Evitar a escorrência para cursos de  
água (impacto visual).  
-Ver alínea "Remissão para outras secções".

MÉTODOS E MATERIAIS DE  
CONFINAMENTO E LIMPEZA:

Limpar o material derramado a seco ou por aspiração, de modo  
a evitar a dispersão de poeiras. Colocar o material derramado  
em contentor adequado, devidamente fechado.

REMISSÃO PARA OUTRAS  
SECÇÕES:

Para protecção do pessoal, ver secção 8.  
Para eliminação do resíduo, ver secção 13.

---

**07 – MANUSEAMENTO E ARMAZENAGEM**

PRECAUÇÕES PARA UM  
MANUSEAMENTO SEGURO:

Evitar a dispersão de poeiras.  
Não comer, beber ou fumar na área de trabalho.  
Usar equipamento de protecção adequado (ex.: máscara,  
luvas).  
Evitar contacto prolongado com a pele.  
Lavar as mãos após manuseamento.

CONDIÇÕES DE  
ARMAZENAGEM SEGURA,  
INCLUINDO EVENTUAIS  
INCOMPATIBILIDADES:

Sem cuidados especiais.

UTILIZAÇÕES FINAIS  
ESPECÍFICAS:

Não aplicável.

---

## FICHA DE INFORMAÇÃO DO PRODUTO

Produto:

CINZAS VOLANTES

Revisão: —

Data: 08-05-2011

Página: 5/9

---

**08 - CONTROLO DA EXPOSIÇÃO/PROTECÇÃO INDIVIDUAL****PARÂMETROS DE CONTROLO:**Valores limites de  
exposição:Poeiras totais inaláveis – 10 mg/m<sup>3</sup>.Poeiras respiráveis – 5 mg/m<sup>3</sup>.**CONTROLO DA EXPOSIÇÃO:**Protecção respiratória:Em caso de exposição a poeiras acima dos limites de exposição,  
usar máscara com índice de protecção, no mínimo, de classe P2.**EQUIPAMENTO DE  
PROTECÇÃO INDIVIDUAL:**Protecção da pele (mãos):

Usar luvas.

Protecção dos olhos:Usar óculos de protecção contra poeiras para prevenir o  
contacto com os olhos.

---

**09 - PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS****INFORMAÇÕES SOBRE  
PROPRIEDADES FÍSICAS E  
QUÍMICAS DE BASE:**

ESTADO FÍSICO (20°C):

Sólido (pó).

COR:

Cinzento.

ODOR:

Sem odor.

pH:

&lt; 12,5 (1:10, 20°C)

TEMPERATURA/INTERVALO DE  
EBULIÇÃO:

Não aplicável.

TEMPERATURA/INTERVALO DE  
FUSÃO:

&gt; 1000°C.

TEMPERATURA DE  
DECOMPOSIÇÃO:

Não aplicável.

## FICHA DE INFORMAÇÃO DO PRODUTO

Produto:

CINZAS VOLANTES

Data: 08-05-2011

Revisão: —

Página: 6/9

**INFORMAÇÕES SOBRE  
PROPRIEDADES FÍSICAS E  
QUÍMICAS DE BASE:**

(continuação)

|                           |   |
|---------------------------|---|
| PONTO DE INFLAMAÇÃO:      | Não aplicável.                                  |
| LIMITES DE EXPLOSIVIDADE: | Não aplicável.                                  |
| Inferior:                 | Não aplicável.                                  |
| Superior:                 | Não aplicável.                                  |
| PRESSÃO DE VAPOR:         | Não aplicável.                                  |
| MASSA VOLUMICA:           | 2,3 g/cm <sup>3</sup> pelo método EN 196-6:2010 |
| DENSIDADE APARENTE:       | 1,0 g/cm <sup>3</sup>                           |
| VISCOSIDADE:              | Não aplicável.                                  |
| SOLUBILIDADE              |   |
| Água:                     | 0,1-1,5 g/l                                     |
| Solventes:                | Não aplicável.                                  |

**OUTRAS INFORMAÇÕES:** Não aplicável.**10- ESTABILIDADE E REACTIVIDADE**

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| REACTIVIDADE:                        | Não reactiva.   |
| ESTABILIDADE QUÍMICA:                | Estável em condições normais.                                 |
| POSSIBILIDADE DE REACÇÕES PERIGOSAS: | Não aplicável, dado o material não ser perigoso nem reactivo. |
| CONDIÇÕES A EVITAR:                  | Sem cuidados especiais.                                       |
| MATERIAIS INCOMPATÍVEIS:             | Não são conhecidos materiais incompatíveis.                   |
| PRODUTOS DE DECOMPOSIÇÃO PERIGOSOS:  | Não aplicável, dado o material não ser perigoso.              |

## FICHA DE INFORMAÇÃO DO PRODUTO

Produto:

CINZAS VOLANTES

Data: 08-05-2011

Revisão: —

Página: 7/9

---

**11 – INFORMAÇÃO TOXICOLÓGICA**

EFEITOS POTENCIAIS NA SAÚDE: A substância não é classificada como perigosa.

TOXICIDADE AGUDA:  
(inalação, ingestão e  
contacto com a pele) Não tóxico.IRRITAÇÃO:  
(contacto com a pele e com  
os olhos) Não susceptível de causar irritação.

CORROSIVIDADE: Não corrosivo.

SENSIBILIDADE: Não susceptível de causar sensibilidade.

TOXICIDADE PARA ÓRGÃOS-  
ALVO ESPECÍFICOS (STOT) -  
EXPOSIÇÃO REPETIDA: Não tóxico.

MUTAGENICIDADE: Não mutagénico.

CARCINOGENICIDADE: Não são conhecidos efeitos carcinogénicos.

TOXICIDADE REPRODUTIVA: Não são conhecidos efeitos tóxicos na reprodução.

---

**12 – INFORMAÇÃO ECOLÓGICA**TOXICIDADE: A substância não é perigosa.  
Não apresenta toxicidade na água nem nas estações de  
tratamento.PERSISTÊNCIA E  
DEGRADABILIDADE: Não aplicável (é uma substância inorgânica).  
Não é expectável degradação química ou fotoquímica ou  
biológica.POTENCIAL DE  
BIOACUMULAÇÃO: Não aplicável (é uma substância inorgânica).  
Não é expectável bioacumulação significativa.MOBILIDADE NO SOLO: Mobilidade no solo moderada.  
Possibilidade de adsorção.  
Não é esperada a lixiviação dos componentes principais ( $\text{SiO}_2$  e  
 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

## FICHA DE INFORMAÇÃO DO PRODUTO

Produto:

CINZAS VOLANTES

Data: 08-05-2011

Revisão: —

Página: 8/9

---

RESULTADOS DA AVALIAÇÃO  
PBT E mPmB:

Não tem propriedades PBT (persistente, bioacumulável e tóxico) nem mPmB (muito persistente e muito bioacumulável).

OUTROS EFEITOS ADVERSOS:

Não se conhecem outros efeitos adversos.  
De acordo com a directiva de rotulagem e classificação, a substância não é rotulada como perigosa para o ambiente.  
Com base nos dados existentes sobre eliminação, degradação e bioacumulação, é improvável surgir danos para o meio ambiente.

---

### 13 – CONSIDERAÇÕES RELATIVAS À ELIMINAÇÃO

MÉTODOS DE TRATAMENTO DE  
RESÍDUOS:

As cinzas volantes que não puderem ser utilizadas pela indústria, podem ser depositadas em aterro de resíduos não perigosos. Não é necessário outro tratamento adicional.

Código de acordo com a Lista Europeia de Resíduos (LER):

- |          |   |
|----------|---|
| 10       | Resíduos de processos térmicos  |
| 10 01    | Resíduos de centrais eléctricas e de outras instalações de combustão (excepto 19) |
| 10 01 02 | Cinzas volantes da combustão de carvão  |

---

### 14 – INFORMAÇÕES RELATIVAS AO TRANSPORTE

Não é um material perigoso de acordo com os regulamentos ADR/RID (Transporte de Mercadorias Perigosas por Estrada/Transporte Ferroviário de Mercadorias Perigosas), IMDG (Transporte Marítimo de Mercadorias Perigosas) e IATA (Transporte de Mercadorias Perigosas por Via Aérea).

Recomenda-se o transporte em cisternas estanques ou unidades similares para evitar a dispersão das cinzas.

---

## **ANEXO E**

### FICHA TÉCNICA DO PÓ DE PEDRA

Produção de Inertes, S.A.

Pedreira do Oriente: **Bencapor**  
Nome Comercial: **Pó de Pedra**



1014  
Bencapor - Produção de Inertes, S.A.  
Herdade Monte D'El Rey | 7160-070 Serpa  
808 - CPO-0004

#### APLICAÇÃO

Agregados para betão;  
Agregados para misturas betuminosas e tratamentos superficiais para estradas, aeroportos e outras áreas de circulação.

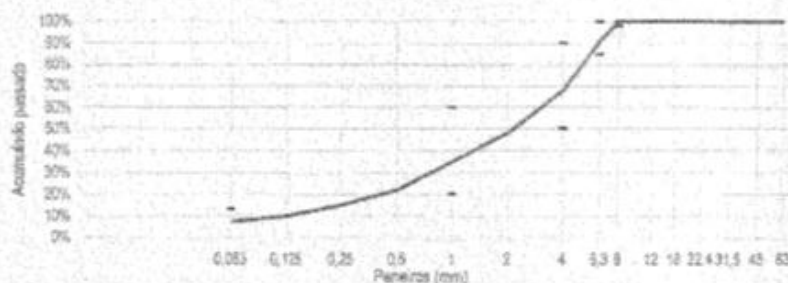
Designação de acordo com a EN 12620:2002 + A1:2008: 0/6

Designação de acordo com a EN 13043:2002 + EN 13043:2002/AC:2004: 0/6

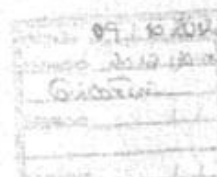
| Propriedades  | Método de ensaio | Valor  | Notas<br>(Norma de referência)                                      |
|---|------------------|--|---|
| Descrição petrográfica                              | NP EN 932-3      | Estrutura – Compacta<br>Porosidade – Baixa<br>Rocha metamórfica –<br>Marmore | —————   |
| Dimensão dos agregados                              | NP EN 933-1      | 0/6  | EN 12620:2002 + A1:2008<br>EN 13043:2002 +<br>EN 13043:2002/AC:2004 |
| Categoria e tolerâncias nos<br>peneiros intermédios |                  | G <sub>A85</sub>   | EN 12620:2002 + A1:2008   |
|   |                  | G <sub>A85</sub> G <sub>TCNR</sub>   | EN 13043:2002 +<br>EN 13043:2002/AC:2004                            |
| Teor de finos                                       |                  | f <sub>15</sub>  | EN 12620:2002 + A1:2008   |
| Absorção de água                                    | NP EN 1097-6     | 0,2% - 0,4%  | EN 12620:2002 + A1:2008<br>EN 13043:2002 +<br>EN 13043:2002/AC:2004 |
| Massa volumica (I/Sa/Sa) (x0,01)                    |                  | 2,74/2,72/2,72Mg/m <sub>3</sub>  |   |
| Reactividade Alcali-Silica                          | ASTM C1260-1     | Classe I   | EN 12620:2002 + A1:2008   |
| Retração por secagem <sup>(1)</sup>                 | NP EN 1367-4     | 0,026%   |   |
| Teor de Enxofre <sup>(1)</sup>                      | NP EN 1744-1     | 0,03%  |   |
| Teor de húmus <sup>(1)</sup>                        | NP EN 1744-1     | Não contém   |   |

<sup>(1)</sup> Por extrapolação de resultados de outro agregado

#### GRANULOMETRIA DECLARADA



**BENCAPOR** - Produção de Inertes, S.A.  
Herdade Monte D'El Rey  
7160-070 Serpa | Tel 268408265 | Fax 26848137  
bencapor@cimpor.com | www.cimpor-portugal.pt  
NIPC 509337510





## **ANEXO F**

### FICHA TÉCNICA DOS ADJUVANTES



## MIRA™ 44S

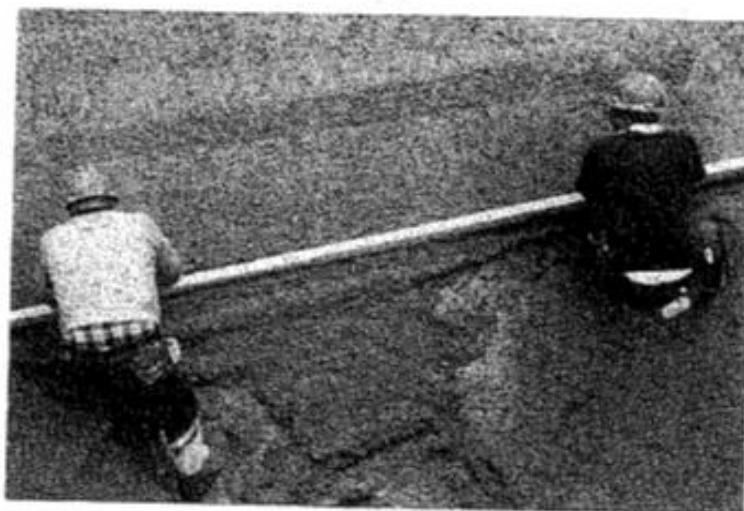
Adjuvante Plastificante / Redutor de água de acordo com a EN 934-2

### Descrição

O MIRA™ 44S é um adjuvante plastificante / redutor de água do tipo *Multifuncional* pensado para diversas aplicações dos betões em qualquer estação do ano. Pode-se utilizar, dentro do intervalo de dosagem, como redutor de água ou como agente melhorador da trabalhabilidade dos betões. A altas dosagens funciona como superplastificante. O MIRA™ 44S está formulado sobre a base de uma mistura de compostos orgânicos de síntese, resultando num potente desfloculador e potenciador da hidratação do cimento. Dependendo do nível de dosagem, o MIRA™ 44S cumpre, como adjuvante com a NP EN 934-2.

### Benefícios e Vantagens

- O MIRA™ 44S proporciona excepcionais resistências finais à compressão numa ampla variedade de dosagens de cimento.
- Proporciona uma excelente manutenção da trabalhabilidade especialmente melhorada no caso de se utilizar cimentos de presa rápida ou grande necessidade de água.
- Elevadas reduções de água
- Um efeito retardante limitado e previsível.
- Compatível com betões compostos de cimentos com adições.
- A dosagens elevadas podem-se conseguir betões fluidos.
- Melhora a coesão
- Capacidade multifuncional



### Propriedades típicas

- Aparência: Líquido castanho escuro.
- Peso específico : 1,19 a 20°C.
- Resíduo seco : 39,0 a 43,0% segundo NP EN 480-8.
- pH a 20°C : 7,5 – 9,5
- Conteúdo em íões cloreto : ≤ 0,1% segundo NP EN 480-10.
- Temperatura de congelação: aproximadamente -4°C.

### Intervalo de dosagem

0,4 a 1,0% sobre peso do ligante.

O MIRA™ 44S é um produto versátil e de alto rendimento que proporciona benefícios numa ampla variedade de aplicações.

Em qualquer caso, a dosagem pode superar os limites indicados com prévia comprovação dos seus efeitos sobre o endurecimento inicial do betão.

Como a maioria dos produtos deste tipo, o seu nível de eficácia depende da quantidade de produto utilizada e a natureza específica da mistura do betão. O rendimento do MIRA™ 44S deve-se determinar após ensaios preliminares utilizando os materiais reais da mistura de betão e nos quais se determinem as dosagens óptimas para conseguir o maior benefício, tanto para o betão fresco como endurecido.

Como indicação para ensaios iniciais, recomenda-se uma dosagem na ordem dos 0,4% sobre o peso do ligante. A dosagem típica oscila entre os 0,6 e os 0,8%.



**GRACE**  
Construction Products

O MIRA™ 44S é fornecido pronto a ser utilizado. Deve-se adicionar às misturas de betão, durante o processo de mistura, no mesmo instante que a água. Não se deve adicionar, nunca, directamente sobre o cimento.

Geralmente, não é necessário prolongar o tempo de mistura, excepto quando se queira obter um betão de grande fluidez junto da obra. Quando se utiliza para esta aplicação, pode-se adicionar directamente ao betão antes de este ser aplicado, efectuando-se uma mistura suplementar durante um mínimo de dois minutos.

#### Efeito da variação da dosagem

Quando se aumenta a dosagem dentro da categoria recomendada, aumenta-se também a trabalhabilidade e o retardamento na presa. Devido às características de presa controlada do MIRA™ 44S, esta manter-se-á dentro de níveis aceitáveis.

#### Efeito da sobredosagem

A sobredosagem accidental do MIRA™ 44S acima do intervalo de dosagem aconselhada, particularmente em tempo frio, ver-se-á acompanhada por um retardamento no tempo de presa. No entanto, se o betão for curado correctamente, as resistências finais serão, em geral, superiores às de um betão normal. Quando se preveja a necessidade de realizar sobredosagens, é recomendável consultar o departamento de Serviço Técnico da Grace Construction Products.

#### Compatibilidades

- Com cimentos :

O MIRA™ 44S pode utilizar-se com todos os tipos de cimento Portland. Pode também utilizar-se em betões que contenham adições activas. Quando se utilize com cimentos especiais por favor contactar a Grace Construction Products.

- Com outros adjuvantes

O MIRA™ 44S não se pode misturar com outros adjuvantes. O efeito do adjuvante poderá ser afectado pela presença de outros produtos químicos. Em tais circunstâncias recomendamos a consulta a Grace Construction Products.

#### Dosificação

Recomendamos que os adjuvantes líquidos para o betão se adicionem nas amassadoras por meio de equipamentos dosificadores automáticos. Para este fim existem diversos modelos que podem ser disponibilizados pela Grace Construction Products a pedido do cliente.

Como na maioria dos adjuvantes para o betão, o MIRA™ 44S não deve ser posto em contacto com outros adjuvantes antes da sua mistura no betão.

#### Fornecimento

O MIRA™ 44S é fornecido em bidões de 240 Kg não retornáveis, em contentores de 1200 Kg e a granel em cisterna.

#### Precauções de emprego

##### Armazenamento

O MIRA™ 44S deve ser armazenado acima de 0°C e deve ser protegido do gelo. Em caso de congelamento, aquecer o produto com cuidado e re-homogeneizar mediante agitação.

##### Caducidade do produto

fornecido em bidões sem abrir:

2 anos a partir da data de fabrico.

##### Caducidade do produto

fornecido a granel:

1 ano a partir da data de fabrico

#### Precauções de emprego

O MIRA™ 44S está formulado de maneira que não apresente nem perigo de incêndio nem para a saúde. No entanto, em caso de derrame, o solo torna-se resvaladiço, devendo-se lavar imediatamente com água fria. Para mais informação ver a Ficha de Segurança do produto ou consulte Grace Construction Products.

#### Serviço Técnico

O Serviço Técnico da Grace Construction Products está à disposição dos clientes para ajudá-los no correcto uso dos nossos produtos, assim como dos recursos necessários, sem qualquer compromisso.

 Visite a nossa página web: [www.graceconstruction.com](http://www.graceconstruction.com)

MIRA 44S, Maio 2009. A presente edição anula e substitui qualquer outra precedente.

Grace, S.A., Riera Penelles, 12, Sant Isid de Llobregat (Barcelona), Apellido 823, 08940 Barcelona, Tel.: +34 93 6261000, Fax: +34 93 6261033  
MIRA é uma marca de MIRA Grace & Co. S.A.  
Confirmamos a informação aqui efectuada sob o seu interesse. Será baseado em dados e conhecimentos que se consideram certos e precisos, e assumimos a responsabilidade do cliente para sua confirmação, investigação e verificação, mas dado que as condições de uso estão fora do nosso controlo, não garantimos os resultados ou obter. Por favor considere todas as informações, recomendações ou sugestões conjuntamente com as nossas condições de venda, incluindo as garantias aplicáveis a todos os produtos fornecidos por nós. Nenhuma informação, recomendação ou sugestão deve ser interpretada de forma que implique qualquer garantia ou responsabilidade legal vigente.

**GRACE**  
Construction Products



# ADVA® 445

Superplastificante/Reductor de agua de alta actividad

## Descripción

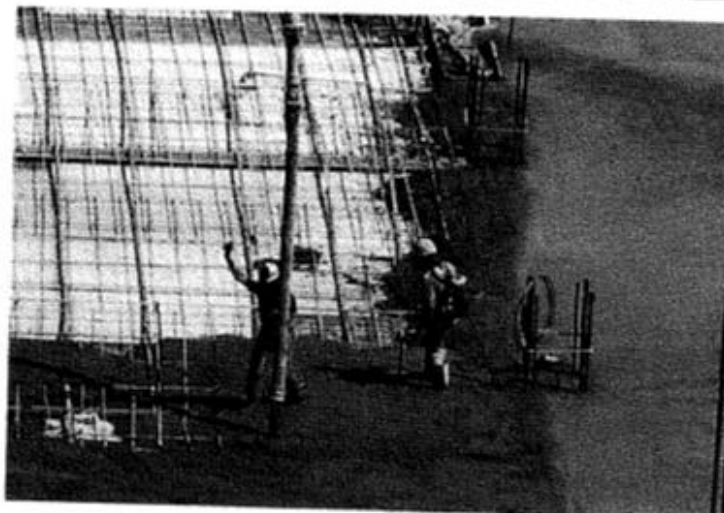
El ADVA® 445 es un aditivo superplastificante de alta eficacia diseñado para impartir una alta trabajabilidad a hormigones preparados en central, siendo capaz de conseguir una excelente retención de la trabajabilidad permitiendo con ello colocar el hormigón a grandes distancias o en situaciones difíciles.

El ADVA 445 es de origen totalmente sintético y se fabrica en condiciones perfectamente controladas para conseguir un producto completamente uniforme. El producto está formulado a partir de polímeros carboxilados.

El ADVA 445 se define como un superplastificante/reductor de agua de alta actividad de acuerdo con la norma UNE EN 934-2.

## Ventajas

- El uso del ADVA 445 resulta especialmente adecuado para conseguir hormigones muy fluidos con una excelente retención de la misma así como un gran desarrollo de las resistencias iniciales a compresión.
- La incorporación del ADVA 445 permite obtener hormigones autocompactantes (HAC) con un limitado contenido en finos.
- El ADVA 445 da lugar a mezclas cohesivas muy adecuadas para el bombeo.
- El ADVA 445 puede usarse como un gran reductor de agua lográndose con ello un fuerte aumento de las resistencias a compresión. Ello conduce, además, a un aumento muy sig-



nificativo de la impermeabilidad y durabilidad del hormigón.

- El ADVA 445 es especialmente valioso combinado con aditivos plastificantes tipo MIRA para obtener grandes beneficios en el desarrollo de las resistencias y el mantenimiento de la trabajabilidad con todo tipo de hormigones estructurales.

## Propiedades típicas

- Apariencia: Líquido claro amarillento
- Peso específico: 1.045 a 20°C
- Efecto ocluidor de aire: aprox. 1%
- Contenido en cloruros: Exento

## Compatibilidad con los cementos

El ADVA 445 es compatible con todos los cementos Portland normales y con adiciones. Cuando se empleen cementos especiales recomendamos consultar al Servicio Técnico de Grace.

## Compatibilidad entre aditivos

El ADVA 445 no debe mezclarse en estado puro con otros aditivos. La eficacia y estabilidad del producto puede verse afectada por la presencia de otros productos químicos, recomendándose en tales circunstancias consultar al Servicio Técnico de Grace.

25 07 2011  
2011 07 26  
Gilda Ferrer Enríquez

**GRACE**  
Construction Products

### Método de uso

El ADVA 445 se suministra listo para su uso. Para obtener hormigones con alta trabajabilidad, se añadirá junto con los componentes cementicios. Tras su adición, se recomienda un mezclado adicional de al menos 2 minutos para permitir que el ADVA 445 produzca la dispersión de los componentes de la mezcla.

### Dosificación

**Rango: 400 ml- 1800 ml por 100 Kg. de cemento. (0.4 – 1.8% sobre peso de cemento).**

Como la mayoría de este tipo de productos, el efecto que puede obtenerse con el ADVA 445 dependerá de la cantidad de producto utilizada y la naturaleza específica de los del hormigón y sus constituyentes. Por todo ello es necesario verificar la efectividad del producto en las condiciones reales de uso, utilizando los materiales y procesos de planta, comprobándose la dosificación óptima de aplicación y sus efectos en las características del hormigón fresco y endurecido, tales como la cohesividad, retención de la trabajabilidad, tiempos de fraguado, ganancia en resistencias iniciales y tardías y efecto en la retracción cuando esta característica convenga. Como guía para los ensayos, se recomienda un rango de dosificación del orden del 0.6 al 1.2% de ADVA 445 en peso sobre el peso de cemento.

Cuando se utilice el ADVA 445 conjuntamente con un plastificante tipo MIRA, en general, la dosificación del primero será del orden del 0.4 al 0.8% y la del segundo del 0.6 al 1.0%. En tales casos, recomendamos hacer ensayos previos para determinar el rendimiento final de las mezclas.

### Efectos de la sobredosificación

Los efectos de una sobredosificación del ADVA 445 son función del grado de la misma. Cuando se fabrican hormigones con gran trabajabilidad, la sobredosificación aumentará el grado de trabajabilidad y puede producirse segregación. Dependiendo del grado de la dosificación también puede aumentar el tiempo de fraguado, especialmente con temperaturas ambientales bajas y/o con cementos sulfo-resistentes o con adiciones.

En cualquier situación que se sospeche que se ha producido una sobredosificación, se debe proceder a una inspección del hormigón en su estado plástico. En especial se debe comprobar su consistencia y cohesividad, antes de decidir si el hormigón es adecuado para la aplicación particular en cuestión.

### Dosificadores

Es aconsejable que la introducción del aditivo líquido se efectúe mediante un equipo dosificador automático. Grace pone a petición de sus clientes los equipos adecuados. Para ello rogamos soliciten las condiciones correspondientes.

### Precauciones de uso

El ADVA 445 está formulado de forma que no presente peligro de incendio ni sobre la salud. No obstante, en caso de vertido, el suelo se vuelve resbaladizo, debiéndose lavar inmediatamente con agua fría. Para más información ver la Hoja de Seguridad del producto o consulte a Grace Construction Products.

### Suministro

El ADVA 445 se suministra en bidones no retornables de 205 litros y a granel.

### Almacenaje

El ADVA 445 se debe almacenar protegiéndolo de la helada. En caso de congelación, se debe proceder a un mezclado tras su descongelación a fin de lograr su estado normal.

### Servicio Técnico

El Servicio Técnico de Grace está a la disposición de los clientes para ayudarles en el correcto uso de nuestros productos, así como los recursos necesarios sin compromiso alguno.



Visite nuestra página web: [www.graceconstruction.com](http://www.graceconstruction.com)

ADVA 445, Abril 2011. La presente edición anula y sustituye cualquier otra precedente.

Grace, S.A., Riera Fontar, 12. Sant Isidre de Llobregat (Barcelona). Apartado 523. 08080 Barcelona. Teléfono: 93 435 10 00. Fax: 93 435 10 33.  
GRACE, MIRA y MIRA son marcas registradas de M. R. Grace & Co. Corp.  
Declaramos que la información aquí reflejada es de su interés. Esta basada en datos o documentos que se consideren ciertos y veraces, y se presenta al usuario en su consideración, investigación y verificación, pero dado que las condiciones de uso están fuera de nuestro control, no garantizamos los resultados o consecuencias. Por favor, considere todas las informaciones, recomendaciones o sugerencias conjuntamente con nuestras condiciones de venta, incluyendo aquellos requisitos aplicables a todos los productos suministrados por nosotros. Ninguna información, recomendación o sugerencia debe interpretarse de forma que vulnere ningún copyright, norma o disposición legal vigente.

**GRACE**  
Construction Products



The Chemical Company

## POZZOLITH® 540

Plastificante multidosagem para betão

### Descrição

POZZOLITH 540 é um adjuvante polifuncional, de elevado rendimento, aplicável em betões com diferentes características fazendo variar a sua dosagem. A sua especial composição, permite usá-lo com qualquer tipo de cimento.

### Campos de aplicação

- Betão bombado e betão convencional.
- Betão armado, pré-fabricado, pré-esforçado e leve.
- Produção de lajes de betão talochado.
- Betão com ar introduzido, quando utilizado em combinação com introdutores de ar de acordo com a EN934-2.

### Vantagens

- Melhoria da plasticidade do betão, mantendo as propriedades do betão padrão.
- Efeito plastificante compatível com cinzas volantes e pozolanas.
- Redutor de água em betões de elevada resistência.
- Betões com dosagens económicas de cimento.
- Permite talochar o betão a curto prazo( em função do tipo de cimento e condições ambientais).
- É compatível com adjuvantes de acção específica como: aceleradores, superplastificantes, retardadores, introdutores de ar e anticongelantes, da gama BASF C.C. Portugal.

### Rendimento / Dosagem

De 0,4 a 1,2 Kg por 100 Kg de cimento (ligante). São possíveis dosagens superiores ou inferiores às indicadas, mediante a realização de ensaios prévios, em função da relação a/c, do tipo de cimento (ligante), da granulometria utilizada, etc. No entanto deverá contactar a BASF C.C Portugal.

|          |             |
|----------|-------------|
| ENTRADA  | 15.12.2010  |
| DESPACHO | 24.01.11    |
|          | Gilda Faria |
| DESPACHO | 1.1.11      |
| DESPACHO | 1.1.11      |

### Modo de aplicação

POZZOLITH 540 é um líquido pronto a usar, que é introduzido na betoneira juntamente com a água de amassadura. O efeito plastificante ou redutor de água é superior se o adjuvante for adicionado ao betão após ter sido introduzida 50 a 70% da água de amassadura. Não é aconselhável a adição do adjuvante ao cimento e agregados secos uma vez que o efeito plastificante ou de redução de água diminuirá.

### Embalagem e armazenamento

POZZOLITH 540 é fornecido em bidons de 210 litros, depósitos de 1000 litros e a granel.

Armazenar em local fresco e seco, a temperaturas superiores a 0°C, nas embalagens originais, até 12 meses aproximadamente. Evitar o seu congelamento.

### Precauções de segurança

Recomenda-se observar as precauções habituais quando se trabalha com produtos químicos, utilizando luvas e óculos de protecção. Lavar as mãos entre pausas e no final do trabalho. Não comer, beber ou fumar durante a aplicação.

A eliminação do produto e da sua embalagem deve realizar-se de acordo com a legislação e é da responsabilidade do aplicador final.

Não é um produto de transporte rodoviário perigoso.

### Deve ter-se em conta

- Recomenda-se sempre a realização de ensaios prévios à utilização do adjuvante para ajustar a dosagem óptima.
- Não adicionar o produto a cimentos ou agregados secos.



The Chemical Company

## POZZOLITH<sup>®</sup> 540

| Características técnicas  |  |
|---|--|
| Função principal:   | Plastificante / Redutor de água        |
| Efeito secundário:  | Retardamento de presa com sobredosagem |
| Marcação CE:  | Segundo NP EP 934-2 como T2            |
| Aspecto:  | Líquido castanho escuro                |
| Densidade relativa (20°C):  | $1,20 \pm 0,03 \text{ g/cm}^3$         |
| pH:   | $8 \pm 1$                              |
| Viscosidade Brookfield (20°C)   | $\leq 100 \text{ cps}$                 |
| Teor em iões cloreto:   | $\leq 0,1\%$                           |
| Os dados técnicos aqui apresentados são fruto de resultados estatísticos. Caso se pretendam valores de controlo, podem ser solicitados ao nosso Departamento Técnico. |  |

#### NOTA:

A presente Ficha Técnica serve, assim como as demais recomendações e informação técnica, unicamente para a descrição das características do produto, modo de utilização e suas aplicações. Os dados e informações reproduzidos têm por base os nossos conhecimentos técnicos adquiridos através de biografia, ensaios de laboratório e através da prática.

Os dados de consumo e dosificação que figuram nesta ficha técnica, são baseados na nossa própria experiência, pelo que são susceptíveis de variações devido a diferentes condições de obra. Os consumos e dosificações reais deverão determinar-se através de ensaios prévios sendo estes responsabilidade do cliente.

Para um acompanhamento adicional, o nosso serviço técnico, está à sua disposição.

BASF Construction Chemicals Portugal, S.A. reserva o direito de modificar a composição dos produtos, sempre e quando estes continuem cumprindo as características descritas na Ficha Técnica.

Outras aplicações do produto que não se enquadrem com as indicadas, não serão da nossa responsabilidade.

Outorgamos garantia em caso de defeito na qualidade de produção dos nossos produtos, ficando excluídas as reclamações adicionais, sendo da nossa responsabilidade tão só a de compensar o valor do material fornecido.

Deve ser tido em conta as eventuais reservas correspondentes a patentes ou direito de terceiros.

Data de emissão 17/06/2010

A presente ficha técnica perde a sua validade com a emissão de uma nova.



Pozzolth 540 Página 2 de 2

**BASF Construction Chemicals Portugal, S.A.**  
Sede e Fábrica: Rua de S. Sebastião, 57 – Cabra Figa  
2635-047 RIO DE MOURO  
Tel: 21 915 85 50 – Fax: 21 915 85 52  
Delegação Norte: Rua Manuel Pinto de Azevedo, 626  
4100-320 PORTO  
Tel: 22 616 60 01 – Fax: 22 610 67 02  
[www.baf-cc.pt](http://www.baf-cc.pt)





The Chemical Company

## GLENIUM<sup>®</sup> SKY 548

Superplastificante de éter policarboxílico para produção de betão de elevada performance com especial relevância sobre as resistências iniciais

### Descrição

GLENIUM SKY 548 é um superplastificante inovador de última geração, à base de polímeros de éter policarboxílico (PCE). A configuração especial das suas moléculas permite uma eficaz hidratação do cimento. A adsorção da molécula às partículas de cimento, combinada com um eficaz efeito de dispersão, expõe uma maior superfície dos grânulos de cimento para reagirem com a água. Como resultado deste efeito, é possível obter um processo de hidratação mais eficaz e consequentemente melhor comportamento nas resistências iniciais.

A estrutura do polímero do GLENIUM SKY 548 foi especialmente desenvolvida para melhorar a reologia do betão para aplicações em pré ou pós-esforço, revestimento definitivo de túneis, ou em qualquer processo que se pretenda uma descofragem relativamente rápida, obtendo betões de elevada fluidez e baixa viscosidade mesmo a baixas relações a/c sem risco de pegajosidade. Robustez é o distinto benefício do betão produzido com GLENIUM SKY 548. GLENIUM SKY 548 é livre de cloretos, reúne os requisitos NP EN-934-2 e é compatível com todos os tipos de cimento.

### Rendimento / Dosagem

A dosagem normalmente recomendada situa-se entre 0,5 e 1,5 litros por 100 Kg de ligante e outros materiais (finos ou fillers) inferiores a 0,125 mm utilizados para produção de betão rheodinâmico. Outras dosagens podem ser utilizadas em situações especiais de acordo com as condições específicas de cada obra. Nestes casos consultar o nosso Departamento Técnico.

### Embalagem e armazenamento

GLENIUM SKY 548 é fornecido em bidons de 210L, depósitos de 1000L e a granel. Armazenar em local a temperaturas não inferiores a 5°C. Se congelar, o produto deverá ser aquecido até pelo menos 30°C, e misturado adequadamente.

### Campos de aplicação

GLENIUM SKY 548 pode ser utilizado em combinação com adjuvantes RHEOMIX 820 MA ou RHEOMATRIX, produzindo betão rheodinâmico, auto-compactável, mesmo na presença de grande densidade de armaduras, sem necessidade de vibração. GLENIUM SKY 548 permite obter uma forte plastificação e um desenvolvimento rápido das resistências mecânicas.

A utilização do GLENIUM SKY 548 deverá ter em particular atenção a temperatura ambiente. É aconselhável a utilização de um produto de gama POZZOLITH em sinergia por forma a garantir o tempo de trabalhabilidade desejado, sem comprometer a sua principal característica para contribuição melhorada às idades iniciais.

### Vantagens

GLENIUM SKY 548 proporciona os seguintes benefícios à indústria de produção de betão:

- Produção de betão rheoplástico e rheodinâmico com uma menor relação a/c.
- Optimização dos ciclos de obra reduzindo a sua duração.
- Aumento da produtividade.
- Melhoria da aparência superficial.
- Melhora a reologia do betão, minimizando a sua pegajosidade.
- Assegura robustez e consistência na qualidade do betão produzido.
- Comparativamente aos superplastificantes tradicionais, as propriedades tais como resistências iniciais e finais, à flexão e compressão, aderência ao aço, módulo de elasticidade, retracção, segregação e impermeabilidade são melhoradas.





The Chemical Company

## GLENIUM<sup>®</sup> SKY 548

| Características técnicas  |   |
|---|---|
| Função principal:   | Superplastificante / Redutor de água de alta actividade |
| Função secundária:  | Acelerador de endurecimento                             |
| Efeitos secundários:  | Risco de segregação com sobredosagem                    |
| Marcação CE:  | Segundo NP EN 934-2 como T3.1, T3.2 e T7                |
| Aspecto:  | Líquido turvo ligeiramente amarelado                    |
| Densidade relativa (20°C):  | 1.038 ± 0,02 g/cm <sup>3</sup>                          |
| pH:   | 6 ± 1   |
| Viscosidade Brookfield (20°C):  | < 70 cps  |
| Teor em iões cloreto:   | < 0,1%  |
| Os dados técnicos aqui apresentados são fruto de resultados estatísticos. Caso se pretendam valores de controlo, podem ser solicitados ao nosso Departamento Técnico. |   |

### Modo de aplicação

- GLENIUM SKY 548 é um adjuvante líquido pronto a usar que deve ser adicionado ao betão durante a mistura. Os melhores resultados são obtidos quando o adjuvante é adicionado após todos os restantes componentes e após a adição de pelo menos 80% do total de água de mistura. Evitar a adição do adjuvante aos materiais secos.
- Misturar durante pelo menos 60 segundos, depois da introdução do GLENIUM SKY 548 por forma a obter uma dispersão homogénea.
- Continuar a mistura e ajustar a quantidade de água para obter a trabalhabilidade requerida.

#### NOTA:

A presente Ficha Técnica serve, assim como as demais recomendações e informação técnica, unicamente para a descrição das características do produto, modo de utilização e suas aplicações. Os dados e informações reproduzidos têm por base os nossos conhecimentos técnicos adquiridos através de biografia, ensaios de laboratório e através da prática.

Os dados de consumo e dosificação que figuram nesta ficha técnica, são baseados na nossa própria experiência, pelo que são susceptíveis de variações devido a diferentes condições de obra. Os consumos e dosificações reais deverão determinar-se através de ensaios prévios sendo estes responsabilidade do cliente.

Para um acompanhamento adicional, o nosso serviço técnico, está à sua disposição.

BASF Portuguesa, S.A. reserva o direito de modificar a composição dos produtos, sempre e quando estes continuem cumprindo as características descritas na Ficha Técnica.

Outras aplicações do produto que não se enquadrem com as indicadas, não serão da nossa responsabilidade.

Outorgamos garantia em caso de defeito na qualidade de produção dos nossos produtos, ficando excluídas as reclamações adicionais, sendo da nossa responsabilidade tão só a de compensar o valor de mercadoria fornecida.

Deve ser tido em conta as eventuais reservas correspondentes a patentes ou direito de terceiros.

Data de emissão 16/06/2011

A presente ficha técnica perde a sua validade com a emissão de uma nova.

### Compatibilidade

GLENIUM SKY 548 é compatível e recomendado para utilização com:

- RHEOMATRIX para produção de Smart Dynamic Concrete;
- RHEOMIX 820 MA, adjuvantes para produção de betão rheodinâmico;
- MICRO-AIR adjuvante introdutor de ar, para melhorar a resistência aos ciclos de gelo-degelo (classe de exposição XF 1 a XF 4, EN 206 – 1);
- MEYCO MS 610, microsilica para betão de maiores performances e de maior durabilidade em ambientes quimicamente agressivos (classe de exposição XA 1 a XA 3, EN 206 – 1);
- Agente desmoldante RHEOFINISH para remoção de cofragens e para melhorar acabamentos arquitectónicos.

**GLENIUM SKY 548 não é compatível com os superplastificantes RHEOBUILD.**



Glenium Sky 548 Página 2 de 2

### BASF Portuguesa, S.A.

Sede: Rua 25 de Abril, n.º 1

2689-538 PRIOR-VELHO

Tel: 21 949 99 00 – Fax: 21 949 99 45/49

Fábrica: Rua de S. Sebastião, 57 – Cabra Figa

2635-047 RIO DE MOURO

Tel: 21 915 85 50 – Fax: 21 915 85 52

Delegação Norte: Rua Manuel Pinto de Azevedo, 626

4100-320 PORTO

Tel: 22 615 96 00 – Fax: 22 617 75 10

[www.basf.pt](http://www.basf.pt)

**MAPEI**

# Dynamon SX 14

**Superplastificante para betão pronto com baixo teor de partículas finas com baixa perda da trabalhabilidade e elevada redução da água da amassadura**

## DESCRIÇÃO

O **Dynamon SX 14** é um novo adjuvante líquido hiperplastificante para betões de elevada qualidade (impermeáveis, duráveis e com altíssima resistência mecânica) com perdas de trabalhabilidade notavelmente reduzidas.

O **Dynamon SX 14** é, para além disso, completamente diferente dos adjuvantes superplastificantes tradicionais à base de naftaleno sulfonado (SN) ou melamina sulfonada (SM) condensados com formaldeído.

O **Dynamon SX 14** é, de facto, um novo adjuvante para betões à base de polímeros acrílicos não sulfonados, completamente isento de formaldeído.

## CAMPOS DE APLICAÇÃO

Graças à elevada trabalhabilidade (classe de consistência S4 ou S5 segundo a norma EN 206-1), que se consegue atingir com o **Dynamon SX 14** aliada a uma substancial redução de água de amassadura, os betões produzidos com o

**Dynamon SX 14** são de fácil aplicação quando frescos e evidenciam elevadas resistências mecânicas após o endurecimento.

O **Dynamon SX 14** é particularmente adequado para todas as aplicações em que exista a necessidade de uma perda reduzida da trabalhabilidade (transportes longos e/ou climas quentes) sem abdicar de elevadas resistências mecânicas, mesmo com tempos de cura curtos.

Os principais campos de aplicação do **Dynamon SX 14** são:

- betões de elevada resistência mecânica à compressão, impermeáveis e duráveis, de acordo com as classes de exposição ambiental previstas pela norma EN 206-1;
- betão pronto de elevadas resistências mecânicas e com uma longa manutenção da trabalhabilidade em climas quentes e/ou para transportes excepcionalmente longos;
- betões bombeáveis a uma longa distância;
- betões bombeáveis com baixas dosagens de cimento e falta de partículas finas.

## Alguns exemplos de aplicação

Graças à elevada redução da água da amassadura, à capacidade de prolongar a trabalhabilidade inicial da amassadura e à capacidade de compensar a falta de partículas finas na amassadura, o **Dynamon SX 14** é um aditivo hiperplastificante particularmente indicado para:

- betão pronto para estruturas impermeáveis na presença de agentes agressivos, incluindo químicos (tanques de tratamento de águas residuais, reservatórios, canais, túneis, etc.);
- betão pronto com elevada manutenção da trabalhabilidade (para tempos de transporte superiores a 1 hora e temperaturas superiores a +25°C quando o projecto exige uma classe de consistência S4 ou S5 segundo a norma EN 206-1);
- betão pronto de qualidade elevada ( $f_{ck} > 40 \text{ N/mm}^2$ ) e muito elevada ( $f_{ck} > 50 \text{ N/mm}^2$ );

# Dynamon SX 14

- betão bombeado a longas distâncias;
- betão bombeado com baixas dosagens de cimento.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

O **Dynamon SX 14** é uma solução aquosa a 21% de polímeros acrílicos, isentos de formaldeído, capazes de dispersar eficientemente os grânulos de cimento (ver tabela "Dados Técnicos") com componentes secundários que permitem melhorar notavelmente a coesão e a bombeabilidade do betão.

A acção desfloculante do **Dynamon SX 14** pode ser utilizada vantajosamente nas três seguintes situações:

- a) para reduzir a água em relação ao betão não adjuvado, mas com trabalhabilidade equivalente. Obtém-se, em consequência, o aumento da resistência mecânica, a redução da permeabilidade e o aumento da durabilidade (tabela "Desempenho");
- b) para aumentar a trabalhabilidade relativamente ao betão não adjuvado de boa qualidade (resistência mecânica, impermeabilidade, durabilidade), mas de difícil aplicação em obra (betão seco ou plástico);
- c) para reduzir tanto a água como o cimento, de modo a deixar inalteradas a relação água/cimento (e assim as prestações) e a trabalhabilidade relativamente ao betão não adjuvado. Neste caso, são obtidas melhorias técnicas devido à menor retração higrométrica, à menor alteração da viscosidade e ao menor desenvolvimento de calor da hidratação. Esta última característica é particularmente importante para o betão com elevada dosagem de cimento ( $> 350 \text{ kg/m}^3$ ).

Seja qual for o objectivo a atingir (aumento das prestações, aumento da trabalhabilidade, redução da dosagem de cimento), é possível modular a forma especial de acção do **Dynamon SX 14** variando a dosagem entre 0,5-1,5% relativamente ao peso do cimento. Obviamente que quanto maior for a dosagem, maior é o efeito.

## MODO DE APLICAÇÃO

Em contraste com os superplastificantes tradicionais (SN ou SM), cuja acção dispersiva é tanto mais eficiente quanto mais tarde o adjuvante é adicionado à amassadura, o **Dynamon SX 14** desenvolve sempre a sua máxima acção dispersiva na altura em que é introduzido no betão (logo no início ou após adicionar a água da amassadura).

Devido à composição química especial (polímeros acrílicos não sulfonados), as prestações do **Dynamon SX 14** são muito superiores às das possíveis com superplastificantes tradicionais à base de naftaleno sulfonado ou melamina sulfonada.

## Betões com trabalhabilidade igual

As principais vantagens obtidas com o uso do hiperplastificante **Dynamon SX 14**

relativamente aos superplastificantes tradicionais à base de naftaleno sulfonado e melamina sulfonada são:

- uma menor dosagem do adjuvante **Dynamon SX 14** (cerca de 30% menos que superplastificantes tradicionais) para obter um betão que tem a mesma trabalhabilidade que betões adjuvados com superplastificantes tradicionais;
- uma perda de trabalhabilidade notavelmente mais baixa (relativamente aos superplastificantes tradicionais) durante o transporte da central de betão para a obra

## Betões com a mesma dosagem de adjuvante

Devido ao efeito dispersante superior, o **Dynamon SX 14** permite, com a mesma dosagem dos superplastificantes tradicionais à base de naftaleno sulfonado ou melamina sulfonada, obter uma maior redução de água de amassadura.

Esta característica pode ser usada com vantagem para se atingirem diferentes objectivos:

- obter betões duráveis e de elevadas resistências mecânicas, usando uma quantidade reduzida de água, porém, sem reduzir a dosagem de cimento. A diminuição da relação água/cimento resultante, aumenta a resistência mecânica e a durabilidade;
- reduzir o stress térmico, a retração higrométrica e a deformação viscosa em estruturas maciças, quando a elevada redução da água da amassadura é acompanhada de uma subsequente redução da dosagem de cimento mantendo-se, de facto, a relação água/cimento. Ao reduzir tanto a água como o cimento reduz-se simultaneamente o calor de hidratação, a retração e a deformação viscosa, fenómenos próprios da matriz cimentícia.

Para além disso, com igual dosagem, o **Dynamon SX 14** permite produzir betões com uma perda de trabalhabilidade muito mais baixa do que com os superplastificantes tradicionais à base de naftaleno sulfonado ou melamina sulfonada.

## COMPATIBILIDADE COM OUTROS PRODUTOS

O **Dynamon SX 14** é compatível com outros produtos para preparação de betões especiais e, em particular, com:

- o adjuvante acelerador de endurecimento isento de cloratos **Dynamon HAA**, para a obtenção de altíssimas resistências mecânicas com períodos de cura curtos;
- o adjuvante introdutor de ar **Mapeplast PT1**, para a produção de betões resistentes aos ciclos de gelo/degeio;
- o adjuvante em pó **Mapeplast SF** à base de micro-silicas, para a produção de betões de elevado desempenho relativamente à resistência mecânica, impermeabilidade e durabilidade;

| DADOS TÉCNICOS (valores típicos)   |   |                                       |   |
|--|---|---------------------------------------|---|
| ELEMENTOS IDENTIFICATIVOS DO PRODUTO   |   |                                       |   |
| Consistência:  | líquido   |                                       |   |
| Cor:   | amarelo-âmbar   |                                       |   |
| Massa volumica segundo ISO 758 (g/cm³):  | 1,06 ± 0,02 a +20°C   |                                       |   |
| Teor em sólidos segundo EN 480-8 (%):  | 21 ± 1,1  |                                       |   |
| Função principal:  | aumento e manutenção da trabalhabilidade e/ou redutor de água   |                                       |   |
| Função secundária:   | melhoramento da bombeagem   |                                       |   |
| Classificação segundo a norma EN 934-2:  | retardador de presa, forte redutor de água, superplastificante, retentor de água, parágrafos 11.1, 11.2 e 4   |                                       |   |
| Teor de cloretos solúveis segundo EN 480-10 (%):                               | < 0,1 (isento de acordo com EN 934-2)   |                                       |   |
| Teor de alcalis (NA <sub>2</sub> O equivalente) segundo EN 480-12 (%):         | < 2   |                                       |   |
| Conservação:   | 12 meses nas embalagens de origem fechadas, proteger do gelo  |                                       |   |
| Classificação de perigo segundo a directiva CE/99/45:                          | nenhuma.<br>Antes de usar, consultar o parágrafo "Instruções de segurança para a preparação e aplicação em obra" e as informações referida na embalagem e na Ficha de Segurança |                                       |   |
| Classificação aduaneira:   | 3824 40 00  |                                       |   |
| DESEMPENHO DO DYNAMON SX 14 EM BETÃO*  |   |                                       |   |
| Dosagem do aditivo (% em volume por peso de cimento):                          | 0   | 0,7                                   | 1   |
| a/c:   | 0,60  | 0,50                                  | 0,44  |
| Redução de água (%):   | -   | 17                                    | 27  |
| Abaixamento (slump) inicial (mm):  | 20  | 22                                    | 22  |
| Abaixamento (slump) após 30 min. (mm):   | 14  | 22                                    | 22  |
| Abaixamento (slump) após 1 hora (mm):  | 6   | 20                                    | 20  |
| Fcm a 1 dia (N/mm²):<br>• +20°C:   | 8   | 15                                    | 17  |
| Fcm aos 3 dias (N/mm²):<br>• +20°C:  | 16  | 28                                    | 34  |
| Fcm aos 7 dias (N/mm²):<br>• +20°C:  | 24  | 40                                    | 47  |
| Fcm aos 28 dias (N/mm²):<br>• +20°C:   | 35  | 50                                    | 60  |
| Fck (N/mm²):   | 30  | 45                                    | 55  |
| Altura de penetração da água sob pressão segundo EN 12390-5:                   | 25  | 11                                    | 3   |
| Durabilidade (resistência às classes de exposição ambiental segundo EN 206-1): | X0  | X0, XC1, XC2, XC3, XA1, XF1, XD1, XD2 | X0, XC1, XC2, XC3, XC4, XS1, XD1, XD2, XA1, XA2 |

\* Os dados acima mencionados referem-se a valores médios obtidos com betões com 300 kg/m³ de cimento CEM II/A-L 42,5R com agregados naturais (dimensão máxima: 20 mm). Para as classes de exposição ambiental XF1, XF2, XF3, XF4 deve ser introduzido ar sob a forma de microbolhas, 5% em volume.

# Dynamon SX 14

- o agente expansivo **Expancrete** para a produção de betões de retração compensada;
- cinzas volantes e sílica de fumo para a produção de betões com pozolana artificial;
- os óleos **Descofrantes DMA 1000, DMA 2000 ou DMA 3000** para desmoldar o betão das cofragens;
- os agentes de cura **Mapecure E e Mapecure S** para proteger estruturas de betão sem cofragem da evaporação rápida da água da amassadura (pavimentos).

## CONSUMO

### Dosagem em volume

De 0,5 a 1,5 l por cada 100 kg de cimento.

## EMBALAGEM

É fornecido a granel, em tambores de 200 l e em cisternas de 1000 l.

## ARMAZENAGEM

Conservar em recipientes fechados, protegidos do gelo.

A exposição aos raios solares pode provocar uma variação cromática, sem que isso prejudique de algum modo o desempenho do produto.

## INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA PARA A PREPARAÇÃO E A APLICAÇÃO EM OBRA

O Dynamon SX 14 não é perigoso segundo

as normas actuais para a classificação dos preparados. É recomendado tomar as precauções habituais no manuseamento de produtos químicos. Ficha de Segurança disponível sob pedido para os utilizadores profissionais.

PRODUTO PARA PROFISSIONAIS.

## ADVERTÊNCIA

As informações e prescrições acima descritas, embora correspondendo à nossa melhor experiência, devem considerar-se, em todos os casos, como puramente indicativas e devem ser confirmadas por aplicações práticas exaustivas; portanto, antes de empregar o produto, quem tencione dele fazer uso é obrigado a determinar se este é ou não adequado à utilização prevista, assumindo todavia toda a responsabilidade que possa advir do seu uso.

As referências relativas a este produto estão disponíveis a pedido



O PARCEIRO MUNDIAL DOS CONSTRUTORES

## SISTEMAS DE GESTÃO CERTIFICADOS (Qualidade, Ambiente e Segurança) do GRUPO MAPEI



MAPEI S.p.A. - ITALY



MAPEI FRANCE

RUSSIA MAPEI AS - MOSCOW





# Mapeplast R10



## Adjuvante plastificante retardador para betão

### DESCRIÇÃO

O **Mapeplast R10** é um adjuvante líquido plastificante com efeito retardador para betões.

### CAMPOS DE APLICAÇÃO

O **Mapeplast R10** destina-se à produção de betão com resistência mecânica média, com retenção da trabalhabilidade prolongada.

O **Mapeplast R10** é particularmente indicado para todas as aplicações que exijam uma velocidade de hidratação do cimento moderada com curas curtas.

Os principais campos de aplicação são:

- betão pronto (particularmente com clima quente);
- betão bombeável;
- betão para betonagens massivas.

### Alguns exemplos de aplicação

Além do efeito plastificante, o **Mapeplast R10** tem uma ligeira acção retardadora sobre a hidratação do cimento: graças à combinação destes dois efeitos, o **Mapeplast R10** é um adjuvante plastificante particularmente indicado para:

- betão pronto de qualidade (C 20/25 MPa e classes superiores);

- betão pronto destinado a tempos de transporte superiores a 1 hora, em clima quente;
- betão para betonagens massivas onde se deva reduzir os gradientes térmicos resultantes do desenvolvimento do calor de hidratação: barragens, fundações, pilares, etc.

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

O **Mapeplast R10** é uma solução aquosa de produtos activos capazes de dispersar os grânulos de cimento (consultar a tabela "Dados Técnicos"). A acção desfloculante do **Mapeplast R10** pode ser utilizada vantajosamente de três maneiras:

- A)** para reduzir apenas a água (de -5% a -10%) relativamente ao betão não adjuvado com trabalhabilidade igual: como consequência, registam-se aumentos da resistência mecânica, redução da permeabilidade à água e aumento da durabilidade;
- B)** para aumentar a trabalhabilidade (de +5 a +10 cm de slump) relativamente ao betão não adjuvado com bom desempenho (resistência mecânica, impermeabilidade, durabilidade), mas de aplicação difícil (betão seco ou plástico);
- C)** para reduzir tanto a água como o cimento em proporção igual (de -5% a -10%) de forma a deixar inalterada a trabalhabilidade relativamente

# Mapeplast R10

| DADOS TÉCNICOS (valores típicos)   |   |
|--|---|
| DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO  |   |
| Consistência:  | líquido   |
| Cor:   | castanho  |
| Massa volumica segundo ISO 758 (g/cm <sup>3</sup> ):                       | 1,19 ± 0,03 a +20°C   |
| Teor de sólidos secos segundo EN 480-6 (%):                                | 40,2 ± 2,0  |
| pH:  | 8,5 ± 1,5   |
| Função principal:  | redução de água e/ou aumento da trabalhabilidade  |
| Função secundária:   | retardamento da hidratação inicial, manutenção da trabalhabilidade  |
| Classificação segundo UNI EN 934-2:  | retardador de presa, redutor de água, plastificante, parágrafo 10 WR+GFA  |
| Cloretos solúveis em água segundo EN 480-10 (%):                           | < 0,1 (líquido segundo UNI EN 934-2)  |
| Conteúdo de alcalis (Na <sub>2</sub> O equivalente) segundo EN 480-12 (%): | < 6   |
| Armazenagem:   | 12 meses nas embalagens originais fechadas. Proteger do gelo.   |
| Classificação de perigo segundo a Directiva 1999/45/CE:                    | nenhuma.<br>Antes de usar, consultar o parágrafo "instruções de segurança para a preparação e aplicação em obra" e as informações referidas na embalagem e na Ficha de Segurança. |
| Classificação aduaneira:   | 3024 40 00  |

a betão não adjuvado: registam-se, neste caso, vantagens económicas, devido à menor incidência do adjuvante quanto à poupança de cimento, e técnicas devido à retracção higrométrica menor, deformação viscosa menor, desenvolvimento de calor menor, etc. Esta modalidade de aplicação é recomendada sobretudo para betão com elevada dosagem de cimento (> 350 kg/m<sup>3</sup>).

Qualquer que seja o objectivo a atingir (aumento do desempenho, aumento da trabalhabilidade, redução da dosagem de cimento), é possível modular a vantagem derivante da adição de **Mapeplast R10** variando a dosagem num intervalo de 0,2-1% sobre o peso do cimento: quanto mais alta a dosagem, maior é o efeito.

Também o efeito de manutenção da trabalhabilidade (assim como o retardamento da presa) aumenta com a dosagem do adjuvante.

## MODO DE APLICAÇÃO

É preferível adicionar o **Mapeplast R10** na central de betão, depois de se ter introduzido todos os outros constituintes (água, cimento, agregados). A acção do adjuvante é tanto mais eficaz, quanto mais adiado for o momento da adição. A acção do **Mapeplast R10** é máxima se os grânulos de cimento e os agregados já estiverem humedecidos com água, e é mínima se o adjuvante for introduzido sobre sólidos secos que absorvem uma parte do adjuvante (sobretudo se os agregados forem absorventes) reduzindo assim parcialmente a eficácia. Uma boa

regra é a de iniciar a adição do adjuvante, mediante doseador automático, quando já tiver sido adicionada metade da água da amassadura prevista.

### **Compatibilidade com outros produtos**

O adjuvante **Mapeplast R10** é compatível com outros produtos para a produção de betão especial e em particular com:

- adjuvantes da gama **Mapeplast**, **Mapefluid** e **Dynamon**;
- Disarmante **DMA 1000**, **DMA 2000** ou **DMA 3000** para a desmoldagem do betão das cofragens;
- agentes de cura **Mapecure** para a protecção da evaporação rápida da água da amassadura de estruturas em betão sem cofragem (pavimentos).

### **CONSUMO**

Dosagem em volume:

de 0,2 a 1,2 l por cada 100 kg de cimento.

### **EMBALAGEM**

O **Mapeplast R10** é fornecido a granel, em tambores de 200 l e em cisternas de 1000 l.

### **ARMAZENAGEM**

Conservar em recipientes fechados e protegidos do gelo.

### **INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA PARA A PREPARAÇÃO E APLICAÇÃO EM OBRA**

O **Mapeplast R10** não é perigoso conforme as actuais normas de

classificação de misturas. Aconselha-se usar luvas e óculos de protecção e seguir as precauções habituais na manipulação de produtos químicos.

A ficha de segurança está disponível a pedido para os utilizadores profissionais. Para obter informações adicionais e completas sobre a utilização segura do produto, aconselha-se consultar a versão mais recente da Ficha de Segurança.

PRODUTO PARA USO PROFISSIONAL.

### **ADVERTÊNCIA**

*As informações e prescrições acima descritas, embora correspondendo à nossa melhor experiência, devem considerar-se, em todos os casos, como puramente indicativas e devem ser confirmadas por aplicações práticas exaustivas; portanto, antes de aplicar o produto, quem tencione dele fazer uso é obrigado a determinar se este é ou não adequado à utilização prevista, assumindo todavia toda a responsabilidade que possa advir do seu uso.*

Consultar sempre a versão actualizada da ficha técnica, disponível no nosso site [www.mapei.com](http://www.mapei.com)

As referências relativas a este produto estão disponíveis a pedido e no site da Mapei [www.mapei.pt](http://www.mapei.pt) ou [www.mapei.com](http://www.mapei.com)



# CHRYSO



## CHRYSO®Fluid Optima 225

Superplastificante especial



### DESCRIÇÃO

CHRYSO®Fluid Optima 225 é um superplastificante de nova geração, à base de poliacrilatos modificados, particularmente recomendado para betões de altas resistências.

CHRYSO®Fluid Optima 225 está formulado para criar uma forte redução de água e/ou um aumento de trabalhabilidade, obtendo betões muito fluidos sem segregação ou desagregação, facilmente bombeáveis e homogêneos.

CHRYSO®Fluid Optima 225 está também particularmente indicado para a formulação de argamassas auto-nivelantes.

CHRYSO®Fluid Optima 225 é compatível com a grande maioria dos cimentos.

### Características

- Aspecto: líquido
- Cor: castanho
- Densidade a 20°C: 1,06 kg/dm<sup>3</sup> ± 0,02
- pH: 7 aprox.
- Conteúdo de cloretos (Cl<sup>-</sup>): isento (< 0,1%)

### Apresentação

CHRYSO®Fluid Optima 225 é fornecido a granel, em contentores de 1000 litros e em bidões de plástico de 215 litros.

### APLICAÇÕES

#### Campos de Aplicação

Produção de todo o tipo de betões e argamassas, sempre que seja necessário uma grande fluidez e coesão.

#### Modo de emprego

Dosificação: 0,3 a 2 kg para 100 kg de cimento.

CHRYSO®Fluid Optima 225 é adicionado, preferentemente, junto com a água da amassadura.

Em caso de adição em diferido sobre o betão fresco e na auto-betoneira, é necessário misturar a grande velocidade, pelo menos, durante 1-2 minutos por m<sup>3</sup> de betão.

Segundo as aplicações previstas, é possível utilizar o CHRYSO®Fluid Optima 225 junto com outros aditivos CHRYSO®.

A eficácia do CHRYSO®Fluid Optima 225 deve determinar-se depois de ensaios preliminares, tendo em conta as características reológicas e as melhorias mecânicas desejadas para o betão.

#### Precauções

Em caso de congelação, o produto conserva as suas propriedades. Depois de descongelar é necessário agitar até obter um produto totalmente homogêneo.

Período de validade: 9 meses.

Para completar a informação, consultar a Ficha de Segurança.

#### Segurança

CHRYSO®Fluid Optima 225 não é um produto perigoso.

Data de revisão: 21/10/2007

As informações e detalhes que aqui figuram baseiam-se nos nossos conhecimentos, ensaios de laboratório e em experiências práticas actuais. Segundo as condições das obras, podem apresentar-se variações nos dados acima indicados. Por tal motivo, a nossa garantia limita-se unicamente à qualidade do produto fornecido. Devem realizar-se ensaios preliminares nas obras para determinar se o modo de emprego e as condições de utilização são satisfatórias. O nosso departamento técnico coloca-se à inteira disposição do comprador para ajudá-lo a resolver os seus problemas.



## Sika® ViscoCrete® 3005

### Superplastificante de alto desempenho

|  |   |
|--|---|
| <b>Descrição do produto</b>            | Sika® ViscoCrete® 3005 é um superplastificante forte redutor de água para betão.  |
| <b>Utilizações</b>                     | <p>Sika® ViscoCrete® 3005 permite obter uma muito forte plastificação e uma boa manutenção de consistência, aliadas a um desenvolvimento rápido das resistências mecânicas.</p> <p>Sika® ViscoCrete® 3005 é especialmente adequado para os seguintes casos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Betões de Classe igual ou superior a C 30/37, com qualquer consistência, nos quais se pretenda obter uma economia grande de cimento.</li> <li>■ Betões plásticos com descofragem rápida ou solicitados numa idade curta.</li> <li>■ Betão muito plástico, fluido ou mesmo autocompactável (BAC) com resistências iniciais melhoradas e com menor custo.</li> <li>■ Betonagens mais rápidas em época fria.</li> <li>■ Préfabricação de betão estrutural, em fábrica ou in-situ.</li> </ul>  |
| <b>Características/Vantagens</b>       | <p>Sika® ViscoCrete® 3005 actua sobre as partículas do ligante por dois mecanismos principais: adsorção superficial e efeito espacial. Ambos concorrem para um efeito dispersante muito intenso, permitindo uma elevada redução da água de amassadura ou um aumento marcado da trabalhabilidade. A combinação de vários polímeros permite atingir uma eficácia elevada com qualquer tipo de cimento.</p> <p>Consegue-se assim:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Um nível de redução de água muito elevado, podendo atingir 20% a 30% conforme a dosagem e a composição; daí resultam betões com forte aumento de resistências mecânicas, de compactidade elevada e de permeabilidade muito baixa.</li> <li>■ Um efeito plastificante intenso, permitindo obter, mesmo com forte redução de água, consistências favoráveis para uma colocação fácil.</li> <li>■ Uma boa manutenção de consistência, que pode atingir as 2 horas a 20°C, dependendo do tipo de cimento, da consistência inicial e da dosagem de adjuvante.</li> <li>■ Composições adequadas para betão autocompactável (BAC) em prefabricação, com bom desenvolvimento de resistências.</li> <li>■ Um comportamento mais favorável quanto à retracção e quanto à fluência.</li> </ul> <p>Sika® ViscoCrete® 3005 é isento de cloretos ou quaisquer outros ingredientes corrosivos para as armaduras, podendo ser usado sem restrições em betão armado e betão pré-esforçado.</p> |
| <b>Certificados/Boletins de Ensaio</b> | Conforme as especificações da norma NP EN 934-2: T3.1/3.2.  |
| <b>Dados do produto</b>                |   |
| <b>Aspecto / Cor</b>                   | Líquido castanho claro, levemente turvo; são possíveis pequenas diferenças de tom, sem influência sobre o desempenho do adjuvante.  |
| <b>Fornecimento</b>                    | 210 kg (200 l); 1.050 kg (1 m³).  |

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| <b>Armazenagem e conservação</b>  | O produto conserva-se durante 12 meses a partir da data de fabrico, na embalagem original não encetada, a temperaturas entre +5 °C e + 30 °C. Armazenar em local seco e ao abrigo da luz solar directa.   |
| <b>Dados técnicos</b>             |   |
| <b>Base química</b>               | Solução aquosa de policarboxilatos modificados.   |
| <b>Massa volúmica</b>             | 1,05 ± 0,02 kg/dm <sup>3</sup> (a +23 ± 2 °C)   |
| <b>pH (23 ± 2 °C)</b>             | 4,0 ± 1,0.  |
| <b>Teor de sólidos</b>            | 26,0 ± 1,3%.  |
| <b>Teor em cloretos</b>           | ≤ 0,1%.   |
| <b>Informação sobre o sistema</b> |   |
| <b>Pormenores de aplicação</b>    |   |
| <b>Consumo/ Dosagem</b>           | <p>Conforme o objectivo pretendido, recomenda-se partir das seguintes dosagens:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Betão facilmente trabalhável: com optimização do teor em cimento: 0,4% a 0,9% do peso do cimento.</li> <li>■ Betão quase sem vibração e betão autocompactável (BAC): 1,0% a 1,4% do peso do cimento.</li> <li>■ Betão de consistências S4 ou S5 com os objectivos de combinar optimização do ligante e manutenção de consistência: 1,0% a 1,6% do peso do cimento.</li> <li>■ Sika® ViscoCrete® 3005, em condições médias, apresenta uma excelente manutenção da consistência. Se for oportuno aumentar a trabalhabilidade, devido a qualquer dificuldade do trabalho em causa, poderá efectuar-se uma redosagem com Sika® ViscoCrete® 3005, desde que o adjuvante seja bem misturado na autobetoneira ou no misturador e desde que não se ultrapasse um total de 1,8%.</li> <li>■ Dosagens de conformidade com EN 934-2: 0,6% a 0,8% do peso do cimento.</li> </ul>   |
| <b>Instruções de aplicação</b>    |   |
| <b>Mistura</b>                    | <p>Se for possível, deverá preparar-se o betão com apenas cerca de <math>\frac{2}{3}</math> da água prevista e adicionar então o adjuvante misturando energeticamente cerca de 1 minuto/m<sup>3</sup>, só então será adicionada mais alguma água até à consistência desejada. Este processo conduz ao aproveitamento máximo do adjuvante e permite controlar convenientemente a razão água/ligante. Se o processo não for viável, então adicionar o produto à água de amassadura previamente determinada e misturar o betão até obter uma mistura homogénea.</p> <p>É importante garantir um tempo mínimo de 1,5 a 2 minutos de amassadura, para obter o efeito pleno do adjuvante.</p> <p>Nunca adicionar o adjuvante ao cimento ou agregados, em seco (redução de eficácia).</p> <p>É possível a adição na autobetoneira desde que seja garantida a uniformidade do betão.</p> <p>No caso de redosagem em obra, deve haver o cuidado de homogeneizar bem o adjuvante na massa do betão. Para isso, recomenda-se uma muito pequena adição de água no recipiente que contém o adjuvante, apenas para reduzir a sua viscosidade e facilitar a sua boa incorporação. O betão deve ser "puxado" acima e o adjuvante deve ser adicionado lentamente, com o tambor a rodar rapidamente; se necessário, inverter o sentido de rotação para ajudar a homogeneização. Tempo de mistura mínimo: 3 minutos.</p> |

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Aplicação</b>              | Sika® ViscoCrete® 3005 permite o fabrico de betão de qualidade, consequentemente devem ser cumpridas as regras de boa prática para o fabrico, a colocação e a cura do betão.  |
| <b>Compatibilidade</b>        | Sika® ViscoCrete® 3005 pode ser combinado com os seguintes produtos:<br><div> <div></div> <div>Sika® FerroGard® 901.</div> <div>Sika® Pump.</div> <div>Sika® Rapid.</div> <div>Sikacrete®.</div> </div> Recomenda-se sempre a realização de ensaios prévios.  |
| <b>Limpeza de ferramentas</b> | Limpar todas as ferramentas e equipamento com água imediatamente após a utilização. Material curado/endurecido só pode ser removido mecanicamente.  |
| <b>Importante</b>             | <div> <div></div> <div>Recomenda-se a realização de ensaios prévios para se encontrar a dosagem ótima do adjuvante e sempre que se altere os componentes do betão ou a própria composição.</div> <div></div> <div>Com geada intensa o adjuvante pode gelar, porém uma vez descongelado lentamente, agitado cuidadosamente e verificada a homogeneidade, poderá voltar a empregar-se.</div> </div><br>Para qualquer esclarecimento, consultar o Departamento Técnico Sika. |
| <b>Nota</b>                   | Todos os dados técnicos referidos nesta Ficha de Produto são baseados em ensaios laboratoriais. Resultados obtidos noutras condições podem divergir dos apresentados, devido a circunstâncias que não podemos controlar.  |
| <b>Risco e segurança</b>      |   |
| <b>Medidas de segurança</b>   | Para informações complementares sobre o manuseamento, armazenagem e eliminação de resíduos do produto consultar a respectiva Ficha de Dados de Segurança e o rótulo da embalagem.   |

"O produto está seguro na C\* Seguros XL Insurance Switzerland (Apólice nºCH00003018L105A), a título de responsabilidade civil do fabricante".

A informação e em particular as recomendações relacionadas com aplicação e utilização final dos produtos Sika são fornecidas em boa fé e baseadas no conhecimento e experiência dos produtos sempre que devidamente armazenados, manuseados e aplicados em condições normais, de acordo com as recomendações da Sika. Na prática, as diferenças no estado dos materiais, das superfícies, e das condições de aplicação em obra, são de tal forma imprevisíveis que nenhuma garantia a respeito da comercialização ou aplicação para um fim em particular nem qualquer responsabilidade decorrente de qualquer relacionamento legal poderão ser inferidas desta informação, ou de qualquer recomendação por escrito, ou de qualquer outra recomendação dada. O produto deve ser ensaiado para aferir a adequabilidade do mesmo à aplicação e fins pretendidos. Os direitos de propriedade de terceiros deverão ser observados. Todas as encomendas aceites estão sujeitas às nossas condições de venda e de entrega vigentes. Os utilizadores deverão sempre consultar a versão mais recente da nossa Ficha de Produto específica do produto a que diz respeito, que será entregue sempre que solicitada.

#### Marcação CE

A Norma Europeia EN 934-2:2003 "Adjuvantes para betão, argamassa e caldas de injeção. Parte 2: Adjuvantes para betão. Definições, requisitos, conformidade, marcação e rotulagem" especifica as definições e os requisitos dos adjuvantes para uso no betão. Abrange adjuvantes para betão simples, armado e pré-esforçados usados no betão fabricado no local da obra, no betão pronto e no betão fabricado em centrais de produção de elementos prefabricados.

Nesta norma os requisitos de desempenho aplicam-se a adjuvantes usados no betão de consistência normal. Eles podem não ser aplicáveis a adjuvantes para outros tipos de betão tais como betões meio secos e de consistência terra húmida.



Sika Portugal, SA  
R. de Santarém, 113 Tel. +351 22 377 69 00  
4400-292 V. N. Gaia Fax +351 22 370 20 12  
Portugal www.sika.pt



## **ANEXO G**

### AMASSADURAS LABORATORIAIS

QUADRO GERAL DE COMPOSIÇÕES

| COMPOSIÇÃO | Areia Grossa<br>(Kg/m³) | Pó de Pedra<br>(Kg/m³) | Areia Fina<br>(Kg/m³) | Britas (Kg/m³) |         | Cimento<br>(kg/m³) | Cinza<br>(Kg/m³) | PLASTIFICANTE<br>(Kg/m³) | SUPERPLASTIFICANTE<br>(Kg/m³) | Água<br>(Kg/m³) | A/L  |
|------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|----------------|---------|--------------------|------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------|------|
|            |                         |                        |                       | Brita 2        | Brita 1 |                    |                  |                          |                               |                 |      |
| BR2        | 526                     | 0                      | 283                   | 513            | 528     | 323                | 57               | 2,28                     | 3,42                          | 167             | 0,53 |
| BR3        |                         |                        |                       |                |         |                    |                  | 0,00                     | 4,18                          | 174             | 0,55 |
| BR4        |                         |                        |                       |                |         |                    |                  | 2,66                     | 3,04                          | 177             | 0,56 |
| BR5        |                         |                        |                       |                |         |                    |                  | 0,00                     | 4,56                          | 168             | 0,53 |
| B2,25      | 0                       | 215                    | 645                   | 498            | 503     | 323                | 57               | 2,28                     | 3,42                          | 180             | 0,57 |
| B3,25      |                         |                        |                       |                |         |                    |                  | 0,00                     | 4,18                          | 174             | 0,55 |
| B4,25      |                         |                        |                       |                |         |                    |                  | 2,66                     | 3,04                          | 180             | 0,57 |
| B5,25      |                         |                        |                       |                |         |                    |                  | 0,00                     | 4,56                          | 180             | 0,57 |
| B1,50      | 0                       | 436                    | 436                   | 498            | 503     | 323                | 57               | 2,66                     | 2,66                          | 157             | 0,50 |
| B2,50      |                         |                        |                       |                |         |                    |                  | 2,28                     | 3,42                          | 154             | 0,49 |
| B3,50      |                         |                        |                       |                |         |                    |                  | 0,00                     | 4,18                          | 145             | 0,46 |
| B4,50      |                         |                        |                       |                |         |                    |                  | 2,66                     | 3,04                          | 159             | 0,50 |
| B5,50      |                         |                        |                       |                |         |                    |                  | 0,00                     | 4,56                          | 160             | 0,51 |
| B2,75      | 0                       | 645                    | 215                   | 498            | 515     | 323                | 57               | 2,28                     | 3,42                          | 167             | 0,53 |
| B3,75      |                         |                        |                       |                |         |                    |                  | 0,00                     | 4,18                          | 157             | 0,50 |
| B4,75      |                         |                        |                       |                |         |                    |                  | 2,66                     | 3,04                          | 170             | 0,54 |
| B5,75      |                         |                        |                       |                |         |                    |                  | 0,00                     | 4,56                          | 181             | 0,58 |
| B2,100     | 0                       | 860                    | 0                     | 498            | 525     | 323                | 57               | 2,28                     | 3,42                          | 218             | 0,69 |
| B3,100     |                         |                        |                       |                |         |                    |                  | 0,00                     | 4,18                          | 153             | 0,48 |
| B4,100     |                         |                        |                       |                |         |                    |                  | 2,66                     | 3,04                          | 217             | 0,69 |
| B5,100     |                         |                        |                       |                |         |                    |                  | 0,00                     | 4,56                          | 193             | 0,61 |



## AMASSADURA LABORATORIAL

Nº. 310

Estudo: Tese R. Massias

Data: 28/08/2012

Pedido por: R. Massias Produto: D320.54.320 (35% AF + 65% AG)

## CONSTITUÍNTES

| MATERIAL          | Nº. | DESIGNAÇÃO      | ORIGEM   | FORNECEDOR  | OBS. |
|-------------------|-----|-----------------|----------|-------------|------|
| BRITA             |     | BRITA 1         | BENCATEL | BENCATEL    |      |
| BRITA             |     | BRITA 2         | "        | "           |      |
| AREIA             |     | AREIA GROSSA    | MEUNDES  | GRANITAREIA |      |
| AREIA             |     | AREIA FINA      | SESIMBRA | SULINORTE   |      |
| CIMENTO           |     | II/A-L 42,5R    |          | CIMPORT     |      |
| ADIÇÃO            |     | CINTAS VOLANTES |          | FDP         |      |
| ADJUVANTE - 0,6 % | 1   | MAPEPLAST R10   |          | MAPE        |      |
| 0,9               | 2   | DYNAMON SX14    |          | MAPE        |      |

## AMASSADURA

Volume: 35 Litros

Hora: 17:00

Temp. Amb.: 29,3 °C

H.R.: %

## COMPOSIÇÃO

| MATERIAL                  | Kg/m³ | AMASS. (kg) | CORRIG. (kg) | Abaixamento: mm  |
|---------------------------|-------|-------------|--------------|--|
| BRITA 2                   | 513   | 17,960      |              | <input checked="" type="checkbox"/> Verdadeiro <input type="checkbox"/> Deformado                      |
| BRITA 1                   | 528   | 18,480      |              | Deslize:   |
| AREIA GROSSA              | 526   | 18,410      |              | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |
| AREIA FINA                | 283   | 9,405       |              | Tipo de compactação  |
|                           |       |             |              | <input checked="" type="checkbox"/> Vibração <input type="checkbox"/> Manual                           |
| CIMENTO                   | 323   | 11,305      |              | Tipo de cura:  |
| ADIÇÃO                    | 57    | 1,995       |              | <input checked="" type="checkbox"/> Água <input type="checkbox"/>                                      |
| ADJUVANTE 1               | 2,28  | 0,080       |              | Temperatura Betão: 34,10 °C  |
| 2                         | 3,42  | 0,120       |              | Aspecto do betão:  |
| ÁGUA                      | 150   | 5,25        | + 0,650      | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |
| Absorção considerada 1/m³ |       |             |              |  |

| Molde Nº. | Provete Nº. | Data Ensaio | Idade (dias) | Secção (mm²) | Massa (kg) | ENSAIO DE COMPRESSÃO |              |       |  | Rotura |    |
|-----------|-------------|-------------|--------------|--------------|------------|----------------------|--------------|-------|--|--------|----|
|           |             |             |              |              |            | Força (kN)           | Tensão (MPa) | Média |  | S      | NS |
| 932       | 7409        | 27/08/12    | 1            | 22500        | 8,099      | 520                  | 23,10        | 23,10 |  | X      |    |
| 147       | 7410        | 27/08/12    | 1            | "            | 8,051      | 511                  | 22,80        | 23,10 |  | X      |    |
| 935       | 7411        | 31/08/12    | 3            | "            | 8,165      | 900                  | 40,0         | 40,0  |  | X      |    |
| 137       | 7412        | 04/09/12    | 7            | "            | 8,073      | 884                  | 39,30        | 41,60 |  | X      |    |
| 129       | 7413        | 04/09/12    | 7            | "            | 8,134      | 988                  | 43,90        | 41,60 |  | X      |    |
| 131       | 7414        | 25/08/12    | 28           | "            | 8,143      | 1118                 | 49,70        | 48,70 |  | X      |    |
| 936       | 7415        | 25/08/12    | 28           | "            | 8,237      | 1072                 | 47,60        | 48,70 |  | X      |    |

## Observações:

SLUMP (min) = 210

SLUMP (45 min) = 190

SLUMP (90 min) = 140

TAR M = 5,8%

Resp. Técnico

NORMAS DE REFERÊNCIA: NP EN 12350-1; NP EN 12350-2; NP EN 12390-2; NP EN 12390-3  
LAB.02.2

## Estudo de composição de betão

nº 124238,16

nome CEM II B-M

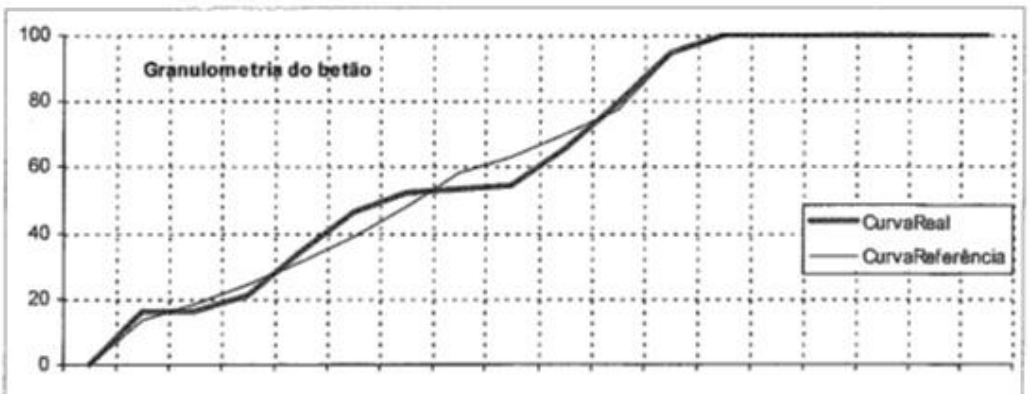
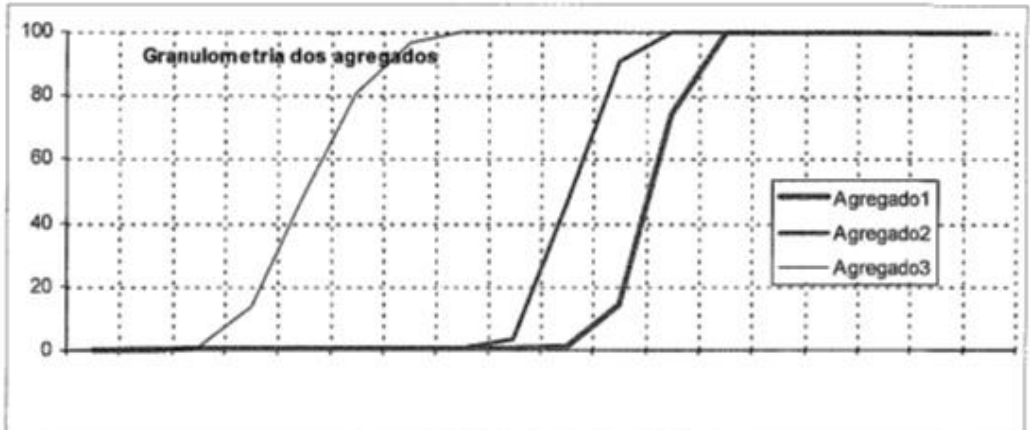
data 2012-08-28

família Tese Ricardo

C 35 / f45 EN206 E Ecl Eg Eq cliente central CP Évora ref.

| componentes  | nº            | origem   | fornec.  | kg      | m.v. | vol   | % sol    | dmax  | granulometria (%) |        |                   |
|--------------|---------------|----------|----------|---------|------|-------|----------|-------|-------------------|--------|-------------------|
| ag.1         | Brita 2 11/22 | 416      | Bencatel | Bencapo | 513  | 2730  | 0,174    | 21,3% | 21,79             | 6"     | 150,0 100,0 100,0 |
| ag.2         | Brita 1 6/16  | 417      | Bencatel | Bencapo | 528  | 2730  | 0,209    | 25,5% | 13,09             | 4"     | 100,0 100,0 100,0 |
| ag.3         | Areias 65/35  | 4        | Melides/ | Grandar | 809  | 2620  | 0,305    | 37,3% | 2,62              | 3"     | 75,0 100,0 100,0  |
| ag.4         |               |          |          |         |      |       |          |       |                   | 2"     | 50,0 100,0 100,0  |
| ag.5         |               |          |          |         |      |       |          |       |                   | 1 1/2" | 37,5 100,0 100,0  |
| cimento      | II A/L 42,5R  | Alhandra | Cimpor   | 323     | 3070 | 0,105 | 12,9%    |       |                   | 1"     | 25,0 100,0 100,0  |
| adição.1     | Cinzas        | Sines    | EDP      | 57      | 2350 | 0,024 | 3,0%     |       |                   | 3/4"   | 19,0 94,5 94,2    |
| adição.2     | Resíduos      | Évora    | IBERA    |         | 2350 |       |          |       |                   | 1/2"   | 12,5 79,5 77,6    |
| água         |               |          |          | 160     |      | 0,160 |          |       |                   | 3/8"   | 9,50 85,4 69,9    |
| água recicl. | % res.        | 7,5      |          |         | 1040 |       |          |       |                   | 1/4"   | 6,30 54,1 62,8    |
| adjuvante.1  | Mapep R10     | %        | 0,6      | MAPEI   | 2,28 | 1119  | 0,002038 |       |                   | n. 4   | 4,75 53,4 58,1    |
| adjuvante.2  | Dynamon SX    | %        | 0,9      | MAPEI   | 3,42 | 1060  | 0,003226 |       |                   | n. 8   | 2,36 52,1 47,6    |
| adjuvante.3  |               | %        |          |         |      |       |          |       |                   | n. 16  | 1,18 46,1 38,9    |
| vazios       |               |          |          |         |      |       | 0,018    |       |                   | n. 30  | 0,600 34,3 31,2   |
| total        |               |          |          | 2389    |      | 1,000 |          | 21,38 |                   | n. 50  | 0,300 21,1 24,5   |

|         |     |        |     |        |        |            |       |             |                  |
|---------|-----|--------|-----|--------|--------|------------|-------|-------------|------------------|
| 3 dias  | fcm | dias.h | fcm | abaix  | classe | curva ref. | Faury | betão       | c.ref.           |
| 7 dias  |     |        |     | comp.  | S4     | A          | 33    | mód. finura | 4,168 4,168      |
| 28 dias |     |        |     | VeBe   |        | B          | 2     | a/f         | 0,421 erro 3,90% |
| 90 dias |     |        |     | flow t |        | R/D        | 1     |             |                  |







# AMASSADURA LABORATORIAL

Nº. 308

Estudo: Tese R. M. M. S.

Data: 28 / 08 / 2012

Pedido por: R. M. M. S.

Produto: 320.54.320 (35% AF + 65% At)

## CONSTITUÍNTES

| MATERIAL          | Nº. | DESIGNAÇÃO      | ORIGEM   | FORNECEDOR | OBS. |
|-------------------|-----|-----------------|----------|------------|------|
| BRITA             |     | BRITA 1         | BENCATEL | BENCATEL   |      |
| BRITA             |     | BRITA 2         | "        | "          |      |
| AREIA             |     | AREIA GROSSA    | MEUNDES  | GLANDYMEIN |      |
| AREIA             |     | AREIA FINA      | SUSIMBRO | SUSIMBRO   |      |
| CIMENTO           |     | II/A.L. 42,5R   |          | CIMPO      |      |
| ADIÇÃO            |     | CINZAS VOLANTES |          | POP        |      |
| ADJUVANTE - 1,2 % |     | UMMA 225        |          | CHRYSD     |      |

## AMASSADURA

Volume: 35 Litros

Hora: 12 : 10

Temp. Amb.: 25,8 °C

H.R.: — %

## COMPOSIÇÃO

| MATERIAL     | Kg/m³ | AMASS. (kg) | CORRIG. (kg) | Abaixamento: mm  |
|--------------|-------|-------------|--------------|--|
| BRITA 2      | 513   | 17,960      |              | <input checked="" type="checkbox"/> Verdadeiro <input type="checkbox"/> Deformado                      |
| BRITA 1      | 528   | 18,480      |              | Deslize:   |
| AREIA GROSSA | 526   | 18,410      |              | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |
| AREIA FINA   | 283   | 9,405       |              | Tipo de compactação  |
|              |       |             |              | <input checked="" type="checkbox"/> Vibração <input type="checkbox"/> Manual                           |
| CIMENTO      | 323   | 11,305      |              | Tipo de cura:  |
| ADIÇÃO       | 57    | 1,995       |              | <input checked="" type="checkbox"/> Água <input type="checkbox"/> —                                    |
| ADJUVANTE    | 4,56  | 0,160       |              | Temperatura Betão: 22,5 °C   |
| ÁGUA         | 150   | 5,25        | 10,650       | Aspecto do betão:  |
|              |       |             |              | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |

Absorção considerada — l/m³

| Moldo Nº. | Provete Nº. | Data Ensaio | Idade (dias) | Secção (mm²) | Massa (kg) | ENSAIO DE COMPRESSÃO |              |       |   | Rotura |    |
|-----------|-------------|-------------|--------------|--------------|------------|----------------------|--------------|-------|---|--------|----|
|           |             |             |              |              |            | Força (kN)           | Tensão (MPa) | Média |   | S      | NS |
| 905       | 7395        | 28/08/12    | 1            | 22500        | 8,118      | 606,0                | 26,90        | 27,00 | X |        |    |
| 720       | 7396        | 28/08/12    | 1            | 22500        | 8,044      | 608,0                | 27,00        |       |   |        |    |
| 152       | 7397        | 28/08/12    | 3            | 22500        | 8,064      | 761,0                | 33,80        | 33,80 | X |        |    |
| 121       | 7398        | 28/08/12    | 7            | 4            | 8,011      | 783,0                | 34,80        | 33,80 | X |        |    |
| 110       | 7399        | 28/08/12    | 7            | 4            | 8,032      | 735,0                | 32,70        |       |   |        |    |
| 908       | 7400        | 28/08/12    | 28           | 4            | 8,188      | 995,0                | 44,20        | 42,10 | X |        |    |
| 150       | 7401        | 28/08/12    | 28           | 4            | 8,107      | 897,0                | 39,90        |       |   |        |    |

## Observações:

SLUMP (30 min) = 210

SLUMP (45 min) = 190

SLUMP (90 min) = 110

Red. ar = 5,6 %

Resp. Técnico:

NORMAS DE REFERÊNCIA: NP EN 12350-1; NP EN 12350-2; NP EN 12390-2; NP EN 12390-3

I AB.02.2

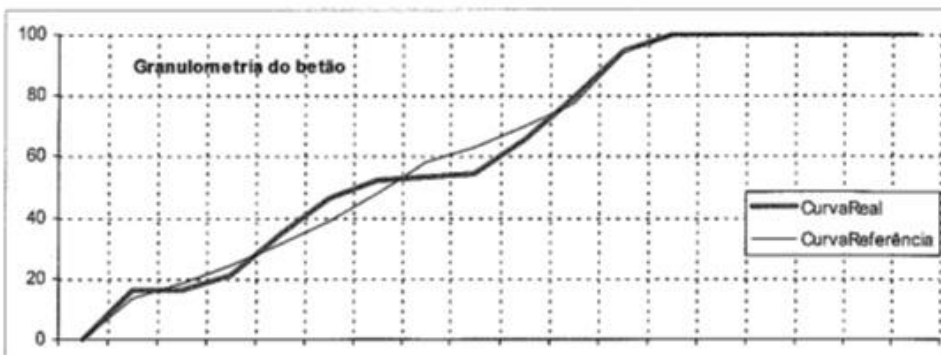
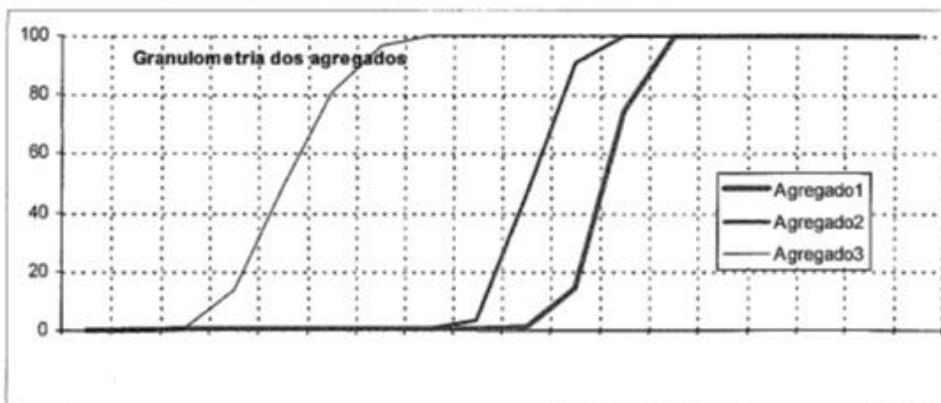
## Estudo de composição de betão

|                 |       |   |     |    |    |         |                  |      |  |                      |  |
|-----------------|-------|---|-----|----|----|---------|------------------|------|--|----------------------|--|
| nº 124238,14    |       |   |     |    |    |         |                  |      |  | nome CEM II B-M      |  |
| data 2012-08-28 |       |   |     |    |    |         |                  |      |  | família Tese Ricardo |  |
| C 35 /45        | EN206 | E | Ecl | Eq | Eq | cliente | central CP Évora | ref. |  |                      |  |

| componentes  | nº            | origem | fornec.  | kg      | m.v. | vol  | % sol    | dmax  | granulometria (%) |        |       |       |       |
|--------------|---------------|--------|----------|---------|------|------|----------|-------|-------------------|--------|-------|-------|-------|
| ag.1         | Brita 2 11/22 | 416    | Bencatel | Bencapo | 513  | 2730 | 0,173    | 21,2% | 21,79             | 6"     | 150,0 | 100,0 | 100,0 |
| ag.2         | Brita 1 6/16  | 417    | Bencatel | Bencapo | 528  | 2730 | 0,210    | 25,7% | 13,09             | 4"     | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| ag.3         | Areias 65/35  | 4      | Melides/ | Grandar | 809  | 2620 | 0,305    | 37,3% | 2,62              | 3"     | 75,0  | 100,0 | 100,0 |
| ag.4         |               |        |          |         |      |      |          |       |                   | 2"     | 50,0  | 100,0 | 100,0 |
| ag.5         |               |        |          |         |      |      |          |       |                   | 1 1/2" | 37,5  | 100,0 | 100,0 |
| cimento      | II A/L 42,5R  |        | Alhandra | Cimpor  | 323  | 3070 | 0,105    | 12,9% |                   | 1"     | 25,0  | 100,0 | 100,0 |
| adição.1     | Cinzas        |        | Sines    | EDP     | 57   | 2350 | 0,024    | 3,0%  |                   | 3/4"   | 19,0  | 94,5  | 94,2  |
| adição.2     | Resíduos      |        | Évora    | IBERA   |      | 2350 |          |       |                   | 1/2"   | 12,5  | 79,5  | 77,6  |
| água         |               |        |          |         | 160  |      | 0,160    |       |                   | 3/8"   | 9,50  | 65,4  | 69,9  |
| água recicl. | % res.        |        | 7,5      |         |      | 1040 |          |       |                   | 1/4"   | 6,30  | 54,1  | 62,8  |
| adjuvante.1  | Opt 225       | %      | 1,2      | CHRY    | 4,56 | 1060 | 0,004302 |       |                   | n. 4   | 4,75  | 53,4  | 58,1  |
| adjuvante.2  |               | %      |          |         |      |      |          |       |                   | n. 8   | 2,36  | 52,1  | 47,8  |
| adjuvante.3  |               | %      |          |         |      |      |          |       |                   | n. 16  | 1,18  | 46,1  | 38,9  |
| vazios       |               |        |          |         |      |      | 0,018    |       |                   | n. 30  | 0,600 | 34,3  | 31,2  |
| total        |               |        |          |         | 2390 |      | 1,000    |       | 21,37             | n. 50  | 0,300 | 21,1  | 24,5  |
|              |               |        |          |         |      |      |          |       |                   | n. 100 | 0,150 | 16,3  | 18,5  |
|              |               |        |          |         |      |      |          |       |                   | n. 200 | 0,075 | 16,0  | 13,4  |

|         |     |        |     |        |            |       |
|---------|-----|--------|-----|--------|------------|-------|
| 3 dias  | fcu | dias,h | fcu | classe | curva ref. | Faury |
| 7 dias  |     |        |     | S4     | A          | 33    |
| 28 dias |     |        |     | abaix  | B          | 2     |
| 90 dias |     |        |     | comp.  | R/D        | 1     |
|         |     |        |     | VeBe   |            |       |
|         |     |        |     | flow t |            |       |

|             |        |
|-------------|--------|
| betão       | c.ref. |
| mód. finura | 4,168  |
| a/l         | 0,421  |
| erro        | 3,91%  |





# AMASSADURA LABORATORIAL

Nº. 309

Estudo: Tese R. MARIAS

Data: 28/08/2012

Pedido por: R. MARIAS

Produto: 320.54.320 (3% AF + 65% A6)

## CONSTITUÍNTES

| MATERIAL          | Nº. | DESIGNAÇÃO      | ORIGEM   | FORNECEDOR  | OBS. |
|-------------------|-----|-----------------|----------|-------------|------|
| BRITA             |     | BRITA 1         | BENCATEL | BENCATEL    |      |
| BRITA             |     | BRITA 2         | "        | "           |      |
| AREIA             |     | AREIA GROSSA    | MOQUES   | GRANATULISA |      |
| AREIA             |     | AREIA FINA      | SESIMBRA | SULINUNTO   |      |
| CIMENTO           |     | II/A-1. 42,5R   |          | CIMPOR      |      |
| ADIÇÃO            |     | CINTAS VOLANTES |          | FOP         |      |
| ADJUVANTE - 0,7 % |     | POTASSIO        |          | BASF        |      |
| 0,2 %             |     | GLAUXIM SKY 542 |          | BASF        |      |

## AMASSADURA

Volume: 35 Litros

Hora: 15:14

Temp. Amb.: 28,9 °C

H.R.: %

## COMPOSIÇÃO

| MATERIAL                  | Kg/m³ | AMASS. (kg) | CORRIG. (kg) | Abaixamento: mm  |
|---------------------------|-------|-------------|--------------|--|
| BRITA 2                   | 513   | 17,960      |              | <input checked="" type="checkbox"/> Verdadeiro <input type="checkbox"/> Deformado                      |
| BRITA 1                   | 520   | 17,420      |              | Deslize:   |
| AREIA GROSSA              | 520   | 17,410      |              | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |
| AREIA FINA                | 283   | 9,405       |              | Tipo de compactação  |
|                           |       |             |              | <input checked="" type="checkbox"/> Vibração <input type="checkbox"/> Manual                           |
| CIMENTO                   | 323   | 11,305      |              | Tipo de cura:  |
| ADIÇÃO                    | 57    | 1,995       |              | <input checked="" type="checkbox"/> Água <input type="checkbox"/>                                      |
| ADJUVANTE 1               | 2,66  | 0,093       |              | Temperatura Betão: 34,20 °C  |
| 2                         | 3,04  | 0,106       |              | Aspecto do betão:  |
| ÁGUA                      | 150   | 5,25        | + 0,950      | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |
| Absorção considerada 1/m³ |       |             |              |  |

| Molde Nº. | Proveito Nº. | Data Ensaio | Idade (dias) | Secção (mm²) | Massa (kg) | ENSAIO DE COMPRESSÃO |              |       |        |
|-----------|--------------|-------------|--------------|--------------|------------|----------------------|--------------|-------|--------|
|           |              |             |              |              |            | Força (kN)           | Tensão (MPa) | Média | Rotura |
| 916       | 7402         | 28/08/2012  | 1            | 22500        | 8,023      | 519,0                | 23,10        | 23,30 | X      |
| 909       | 7403         | 28/08/2012  | 1            | "            | 8,026      | 525,0                | 23,40        | 23,30 | X      |
| 141       | 7404         | 28/08/2012  | 3            | 2            | 8,034      | 847,0                | 37,70        | 37,30 | X      |
| 119       | 7405         | 28/08/2012  | 7            | "            | 8,077      | 900,0                | 40,0         | 40,00 | X      |
| 114       | 7406         | 28/08/2012  | 7            | "            | 8,108      | 900,0                | 40,0         | 40,00 | X      |
| 118       | 7407         | 28/08/2012  | 28           | 1            | 8,058      | 1005,0               | 44,6         | 44,10 | X      |
| 154       | 7408         | 28/08/2012  | 28           | 1            | 8,133      | 979,0                | 43,50        | 44,10 | X      |

## Observações:

SLUMP (0 min) = 25

SLUMP (45 min) = 190

SLUMP (90 min) = 130

TEMP. BA = 3,1 °C

Resp. Técnico

NORMAS DE REFERÊNCIA: NP EN 12350-1; NP EN 12350-2; NP EN 12390-2; NP EN 12390-3  
LAB.02.2

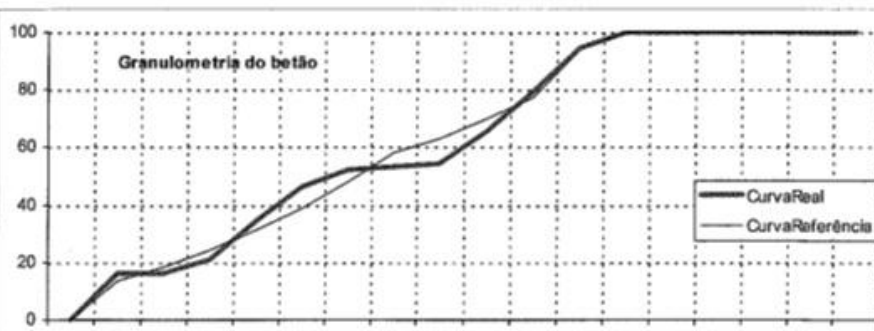
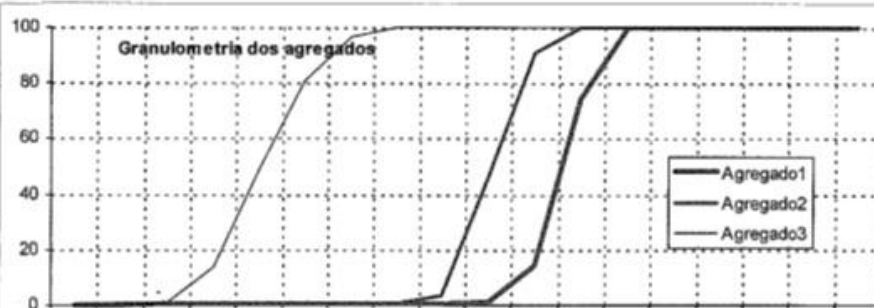
## Estudo de composição de betão

nº 124238,15      nome CEM II B-M  
data 2012-08-28      família Tese Ricardo

C/35 /45 EN206    IE    Ecl    Eg    Eq    cliente    central CP Évora    ref.

| componentes  |               | nº       | origem   | fornec. | kg   | m.v.  | vol      | % sol | dmax  | granulometria ( % ) |       |       |       |
|--------------|---------------|----------|----------|---------|------|-------|----------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-------|
| ag.1         | Brita 2 11/22 | 416      | Bencatel | Bencapo | 513  | 2730  | 0,174    | 21,3% | 21,79 | 6"                  | 150,0 | 100,0 | 100,0 |
| ag.2         | Brita 1 6/16  | 417      | Bencatel | Bencapo | 528  | 2730  | 0,209    | 25,5% | 13,09 | 4"                  | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| ag.3         | Areias 65/35  | 4        | Melides/ | Grandar | 809  | 2620  | 0,305    | 37,3% | 2,62  | 3"                  | 75,0  | 100,0 | 100,0 |
| ag.4         |               |          |          |         |      |       |          |       |       | 2"                  | 50,0  | 100,0 | 100,0 |
| ag.5         |               |          |          |         |      |       |          |       |       | 1 1/2"              | 37,5  | 100,0 | 100,0 |
| cimento      | II A/L 42,5R  | Alhandra | Cimpor   | 323     | 3070 | 0,105 | 12,9%    |       |       | 1"                  | 25,0  | 100,0 | 100,0 |
| adição.1     | Cinzas        | Sines    | EDP      | 57      | 2350 | 0,024 | 3,0%     |       |       | 3/4"                | 19,0  | 94,5  | 94,2  |
| adição.2     | Resíduos      | Évora    | IBERA    |         | 2350 |       |          |       |       | 1/2"                | 12,5  | 79,5  | 77,6  |
| água         |               |          |          | 180     |      | 0,160 |          |       |       | 3/8"                | 9,50  | 65,4  | 69,9  |
| água recicl. | % res.        | 7,5      |          |         | 1040 |       |          |       |       | 1/4"                | 6,30  | 54,1  | 62,8  |
| adjuvante.1  | Pozz 540      | %        | 0,7      | BASF    | 2,66 | 1200  | 0,002217 |       |       | n. 4                | 4,75  | 53,4  | 58,1  |
| adjuvante.2  | Sky 548       | %        | 0,8      | BASF    | 3,04 | 1038  | 0,002929 |       |       | n. 8                | 2,36  | 52,1  | 47,8  |
| adjuvante.3  |               | %        |          |         |      |       |          |       |       | n. 16               | 1,18  | 46,1  | 38,9  |
| vazios       |               |          |          |         |      |       | 0,018    |       |       | n. 30               | 0,600 | 34,3  | 31,2  |
| total        |               |          |          |         | 2389 |       | 1,000    |       | 21,38 | n. 50               | 0,300 | 21,1  | 24,5  |

|         |     |        |     |        |            |       |             |        |
|---------|-----|--------|-----|--------|------------|-------|-------------|--------|
| 3 dias  | fcu | dias.h | fcu | classe | curva ref. | Faury | betão       | c.ref. |
| 7 dias  |     |        |     | S4     | A          | 33    | mód. finura | 4,168  |
| 28 dias |     |        |     | abaix  | B          | 2     | af          | 0,421  |
| 90 dias |     |        |     | comp.  | R/D        | 1     | erro        | 3,90%  |
|         |     |        |     | VeBe   |            |       |             |        |
|         |     |        |     | flow t |            |       |             |        |



## AMASSADURA LABORATORIAL

Nº. 307

Estudo: TESE R. MARIAS

Data: 28 / 08 / 2012

Pedido por: R. MARIAS

Produto: 7220.54.720 (35% AF + 65% AE)

## CONSTITUÍNTES

| CONSTITUINTES  |     |                 |          |            |      |
|----------------|-----|-----------------|----------|------------|------|
| MATERIAL       | Nº. | DESIGNAÇÃO      | ORIGEM   | FORNECEDOR | OBS. |
| BRITA          |     | BRITA 1         | BENCATEL | BENCATEL   |      |
| BRITA          |     | BRITA 2         | "        | "          |      |
| AREIA          |     | AREIA GROSSA    | HELDRES  | GRANDEIRIA |      |
| AREIA          |     | AREIA FINA      | SESIMBRA | SOLIMENS   |      |
| CIMENTO        |     | II/A.L 42,5R    |          | CIMFOR     |      |
| ADIÇÃO         |     | CINZAS VOLANTES |          | FOP        |      |
| ADJUVANTE - 1% |     | VISCOSITE 300S  |          | SINCA      |      |

**AMASSADURA**

Volume: 35 Litros

Hora: 10 : 35

Temp. Amb.: 23,9 °C

H.R.: — %

## COMPOSIÇÃO

| COMPOSIÇÃO                      |       |             |              | Abaixamento: _____ mm  |
|---------------------------------|-------|-------------|--------------|--|
| MATERIAL                        | Kg/m³ | AMASS. (kg) | CORRIG. (kg) | <input checked="" type="checkbox"/> Verdadeiro <input type="checkbox"/> Deformado                      |
| BRITA 2                         | 513   | 12,960      |              | Deslize:   |
| BRITA 1                         | 528   | 18,480      |              | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |
| AREIA <del>Gravel</del>         | 526   | 12,410      |              | Tipo de compactação  |
| AREIA Fina                      | 283   | 9,905       |              | <input checked="" type="checkbox"/> Vibração <input type="checkbox"/> Manual                           |
| CIMENTO                         | 323   | 11,305      |              | Tipo de cura:  |
| ADIÇÃO                          | 57    | 1,995       |              | <input checked="" type="checkbox"/> Água <input type="checkbox"/> _____                                |
| ADJUVANTE                       | 4,18  | 0,146       |              | Temperatura Betão: 28,9 °C   |
| ÁGUA                            | 150   | 5,25        | 46,250       | Aspecto do betão:  |
| Absorção considerada _____ l/m³ |       |             |              | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |

[illegible]

NORMAS DE REFERÊNCIA: NP EN 12350-1; NP EN 12350-2; NP EN 12390-2; NP EN 12390-3

LAB.02.2

## Estudo de composição de betão

|                 |     |       |   |     |    |    |         |         |          |                      |  |
|-----------------|-----|-------|---|-----|----|----|---------|---------|----------|----------------------|--|
| nº 124238,13    |     |       |   |     |    |    |         |         |          | nome CEM II B-M      |  |
| data 2012-08-28 |     |       |   |     |    |    |         |         |          | família Tese Ricardo |  |
| C135            | /45 | EN206 | E | Ecl | Eg | Eq | cliente | central | CP Évora | ref.                 |  |

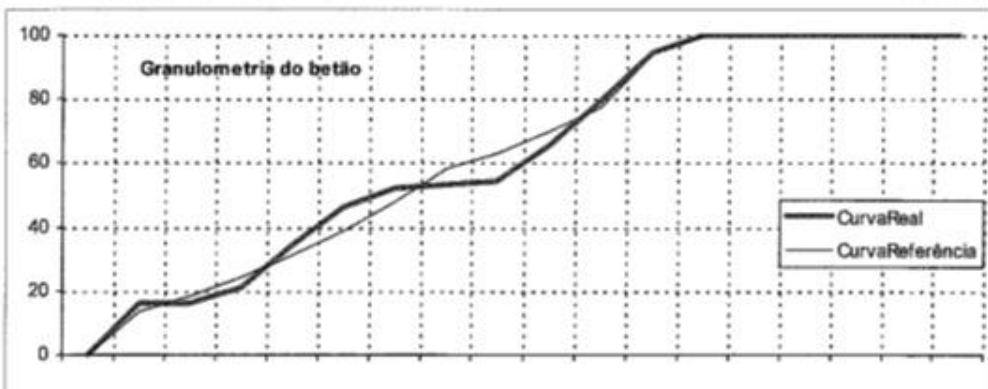
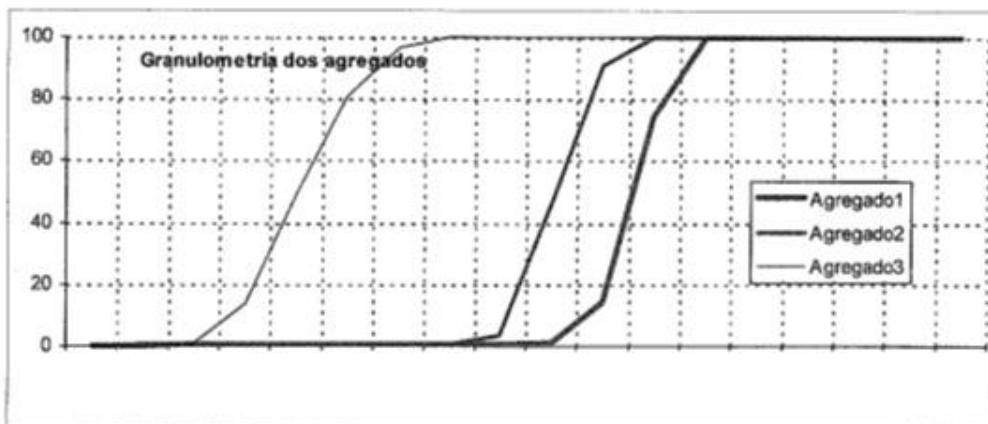
| componentes  | nº            | origem | forneç.  | kg      | m.v. | vol  | % sol    | dmax  | granulometria (%) |        |       |       |       |
|--------------|---------------|--------|----------|---------|------|------|----------|-------|-------------------|--------|-------|-------|-------|
| ag.1         | Brita 2 11/22 | 416    | Bencatel | Bencapo | 513  | 2730 | 0,173    | 21,2% | 21,79             | 6"     | 150,0 | 100,0 | 100,0 |
| ag.2         | Brita 1 6/16  | 417    | Bencatel | Bencapo | 528  | 2730 | 0,210    | 25,7% | 13,09             | 4"     | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| ag.3         | Areias 65/35  | 4      | Melides/ | Grandar | 809  | 2620 | 0,305    | 37,3% | 2,62              | 3"     | 75,0  | 100,0 | 100,0 |
| ag.4         |               |        |          |         |      |      |          |       |                   | 2"     | 50,0  | 100,0 | 100,0 |
| ag.5         |               |        |          |         |      |      |          |       |                   | 1 1/2" | 37,5  | 100,0 | 100,0 |
| cimento      | II A/L 42,5R  |        | Alhandra | Cimpor  | 323  | 3070 | 0,105    | 12,9% |                   | 1"     | 25,0  | 100,0 | 100,0 |
| adição.1     | Cinzas        |        | Sines    | EDP     | 57   | 2350 | 0,024    | 3,0%  |                   | 3/4"   | 19,0  | 94,5  | 94,2  |
| adição.2     | Resíduos      |        | Évora    | IBERA   |      | 2350 |          |       |                   | 1/2"   | 12,5  | 79,5  | 77,8  |
| água         |               |        |          |         | 180  |      | 0,160    |       |                   | 3/8"   | 9,50  | 65,4  | 69,9  |
| água recicl. | % res.        |        | 7,5      |         |      | 1040 |          |       |                   | 1/4"   | 6,30  | 54,1  | 62,8  |
| adjuvante.1  | Viscocrete    | %      | 1,1      | SIKA    | 4,18 | 1050 | 0,003981 |       |                   | n. 4   | 4,75  | 53,4  | 58,1  |
| adjuvante.2  |               | %      |          |         |      |      |          |       |                   | n. 8   | 2,36  | 52,1  | 47,8  |
| adjuvante.3  |               | %      |          |         |      |      |          |       |                   | n. 16  | 1,18  | 46,1  | 38,9  |
| vazios       |               |        |          |         |      |      | 0,018    |       |                   | n. 30  | 0,600 | 34,3  | 31,2  |
| total        |               |        |          |         | 2391 |      | 1,000    |       | 21,37             | n. 50  | 0,300 | 21,1  | 24,5  |
|              |               |        |          |         |      |      |          |       |                   | n. 100 | 0,150 | 16,3  | 18,5  |
|              |               |        |          |         |      |      |          |       |                   | n. 200 | 0,075 | 16,0  | 13,4  |

|         |        |     |        |        |            |       |
|---------|--------|-----|--------|--------|------------|-------|
| fcm     | dias.h | fcm | abaix  | classe | curva ref. | Faury |
| 3 dias  |        |     | comp   | S4     | A          | 33    |
| 7 dias  |        |     | VeBe   |        | B          | 2     |
| 28 dias |        |     | flow 1 |        | R/D        | 1     |
| 90 dias |        |     |        |        |            |       |

|             |       |            |
|-------------|-------|------------|
| mód. finura | 4,168 | 4,168      |
| a/f         | 0,421 | erro 3,91% |



## AMASSADURA LABORATORIAL

Nº. 275

Estudo: TESE - R. MATIAS

Date: 10 / 07 / 2012

Pedido por: R. MARIAS

Produto: 2320 . 54 . 720 (25% Af + 75% PP)

## CONSTITUÍNTES

| MATERIAL          | Nº. | DESIGNAÇÃO       | ORIGEM   | FORNECEDOR | OBS. |
|-------------------|-----|------------------|----------|------------|------|
| BRITA             |     | BRITAZ           | BENCATEL | BENCATEL   |      |
| BRITA             |     | BRITA 1          | "        | "          |      |
| AREIA             |     | AREIA BRANCA     | "        | "          |      |
| AREIA             |     | AREIA FINA       | SULINHO  | SULINHO    |      |
| CIMENTO           |     | II/A3 42,5R      |          | CIMPA      |      |
| ADIÇÃO            |     | CINTAS VERMELHAS |          | EDP        |      |
| ADJUVANTE - 0,6 % | 1   | MAPELAST RD      |          | MAPEI      |      |
| 0,4               | 2   | DYNAMON SX14     |          | MAPEI      |      |

**AMASSADURA**

Volume: 35 Litros

Hora: 13 : 35

Temp. Amb.: 28,9 °C

H.R.: — 5

### COMPOSIÇÃO

| MATERIAL                    | Kg/m³ | AMASS. (kg) | CORRIG. (kg) | Abaixamento: _____ mm<br><input checked="" type="checkbox"/> Verdadeiro <input type="checkbox"/> Deformado                  |
|-----------------------------|-------|-------------|--------------|---|
| BRITA 2                     | 498   | 17,430      |              | Deslize:<br><input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom          |
| BRITA 1                     | 515   | 11,825      |              | Tipo de compactação<br><input checked="" type="checkbox"/> Vibração <input type="checkbox"/> Manual                         |
| AREIA BRANCA                | 645   | 22,575      |              | Tipo de cura:<br><input checked="" type="checkbox"/> Água <input type="checkbox"/> _____                                    |
| AREIA FINA                  | 215   | 7,525       |              | Temperatura Betão: 31,2 °C  |
| CIMENTO                     | 323   | 11,305      |              | Aspecto do betão:<br><input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |
| ADICÇÃO                     | 53    | 1,995       |              |   |
| ADJUVANTE 1                 | 2,28  | 0,080       |              |   |
| 2                           | 3,42  | 0,120       |              |   |
| ÁGUA                        | 150   | 5,250       | + 0,600      |   |
| Absorção considerada — l/m³ |       |             |              |   |

[illegible]

## Observações:

SLUMP (0 MIN) = 225 mm

SLUMP (45 min) = 190 mm

$$SLUMP(90\text{ Mid}) = 95\text{ mm}$$

Temp AK = 3.8%

**Resp. Técnico**

NORMAS DE REFERÊNCIA: NP EN 12150-1; NP EN 12150-2; NP EN 12390-2; NP EN 12390-3  
LAB.02.2

## Estudo de composição de betão

|                 |     |       |   |     |    |    |         |                  |      |                      |  |
|-----------------|-----|-------|---|-----|----|----|---------|------------------|------|----------------------|--|
| nº 124238.18    |     |       |   |     |    |    |         |                  |      | nome CEM II B-M      |  |
| data 2012-07-20 |     |       |   |     |    |    |         |                  |      | família Tese Ricardo |  |
| C:35            | /45 | EN206 | E | Ecl | Eg | Eq | cliente | central CP Évora | ref. |                      |  |

| componentes  | nº            | origem   | fornec.  | kg      | m.v. | vol   | % sol    | dmax  |
|--------------|---------------|----------|----------|---------|------|-------|----------|-------|
| ag.1         | Brita 2 11/22 | 416      | Bencatel | Bencapo | 498  | 2730  | 0,192    | 23,5% |
| ag.2         | Brita 1 6/16  | 417      | Bencatel | Bencapo | 515  | 2730  | 0,178    | 21,8% |
| ag.3         | Pó/Af 75/25   | 2012     | Bencatel | Bencapo | 860  | 2698  | 0,318    | 38,9% |
| ag.4         |               |          |          |         |      |       |          |       |
| ag.5         |               |          |          |         |      |       |          |       |
| cimento      | II A/L 42,5R  | Alhandra | Cimpor   | 323     | 3070 | 0,105 | 12,9%    |       |
| adição.1     | Cinzas        | Sines    | EDP      | 57      | 2350 | 0,024 | 3,0%     |       |
| adição.2     | Resíduos      | Évora    | IBERA    |         | 2350 |       |          |       |
| água         |               |          |          | 160     |      | 0,160 |          |       |
| água recicl. | % res.        | 7,5      |          |         | 1040 |       |          |       |
| adjuvante.1  | Mapep R10     | %        | 0,6      | MAPEI   | 2,28 | 1119  | 0,002038 |       |
| adjuvante.2  | Dynamon SX    | %        | 0,9      | MAPEI   | 3,42 | 1060  | 0,003226 |       |
| adjuvante.3  |               | %        |          |         |      |       |          |       |
| vazios       |               |          |          |         |      | 0,018 |          |       |
| total        |               |          |          | 2412    |      | 1,000 |          | 21,48 |

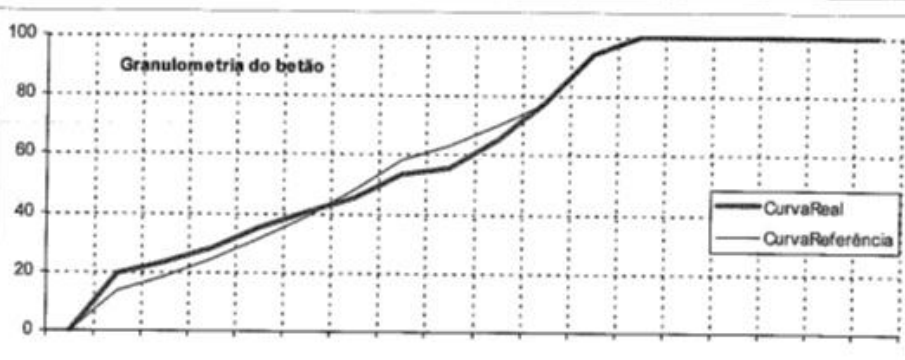
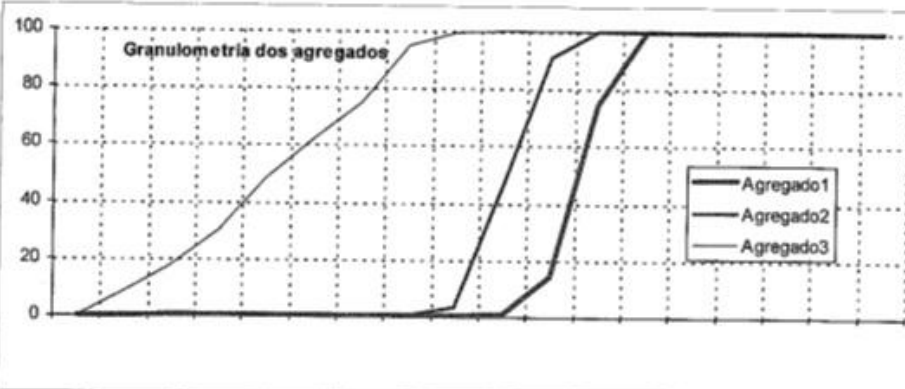
| granulometria (%) | 6"    | 4"    | 3"    | 2"    | 1 1/2" | 1"    | 3/4" | 1/2" | 3/8" | 1/4" | n. 4 | n. 8 | n. 16 | n. 30 | n. 50 | n. 100 | n. 200 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|--------|
|                   | 150,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0 | 94,2 | 77,6 | 69,9 | 62,8 | 58,1 | 47,8 | 38,9  | 31,2  | 24,9  | 18,6   | 13,4   |

|         |        |     |        |            |       |
|---------|--------|-----|--------|------------|-------|
| fcm     | dias.h | fcm | classe | curva ref. | Faury |
| 3 dias  |        |     | S4     | A          | 33    |
| 7 dias  |        |     | abaix  | B          | 2     |
| 28 dias |        |     | comp.  | R/D        | 1     |
| 90 dias |        |     | VeBe   |            |       |
|         |        |     | flow t |            |       |

|             |        |
|-------------|--------|
| betão       | c.ref. |
| mód. finura | 4,168  |
| a/f         | 0,421  |
| erro        | 3,56%  |





AMASSADURA LABORATORIAL

Nº. 281

Estudo: TESE - R. MATIAS

Date: 23 / 07 / 2012

Pedido por: R. MARIAS

Produto: 2380,54,720 (25% AF + 75% PP)

## CONSTITUÍNTES

| MATERIAL          | Nº. | DESIGNAÇÃO      | ORIGEM  | FORNECEDOR | OBS. |
|-------------------|-----|-----------------|---------|------------|------|
| BRITA             |     | BRITA 2         | BRUCATI | BRUCATI    |      |
| BRITA             |     | BRITA 1         | "       | "          |      |
| AREIA             |     | AREIA BRANCA    | "       | "          |      |
| AREIA             |     | AREIA FINA      | SERIBON | SERIBON    |      |
| CIMENTO           |     | II/A 42,5 R     |         | CINIPA     |      |
| ADIÇÃO            |     | CINZAS VOLANTES |         | EP         |      |
| ADJUVANTE - 1,1 % | 1   | VISCOCRITE 300  |         | SIXA       |      |

AMASSADURA

Volume: 35 Litros

Hora: 14 : 23

Temp. Amb.: 24.9 °C

H.R.: — 2

### COMPOSIÇÃO

| MATERIAL                  | Kg/m³ | AMASS. (kg) | CORRIG. (kg) | Abaixamento: _____ mm  |
|---------------------------|-------|-------------|--------------|--|
| BRITA 2                   | 498   | 17,330      |              | <input checked="" type="checkbox"/> Verdadeiro <input type="checkbox"/> Deformado                      |
| BRITA 1                   | 515   | 18,825      |              |  |
| AREIA Branca              | 645   | 22,535      |              | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |
| AREIA fina                | 215   | 7,525       |              |  |
| CIMENTO                   | 323   | 11,305      |              |  |
| ADIÇÃO                    | 57    | 1,995       |              |  |
| ADJUVANTE 1               | 4,18  | 0,146       |              |  |
| ÁGUA                      | 150   | 5,250       | + 0,250      |  |
| Absorção considerada l/m³ |       |             |              |  |
|                           |       |             |              | Temperatura Betão: 31,2 °C   |
|                           |       |             |              | Aspecto do betão:  |
|                           |       |             |              | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |

[illegible]

NORMAS DE REFERÊNCIA: NP EN 12150-1; NP EN 12150-2; NP EN 12150-3; NP EN 12150-4

LAB.02.2

## Estudo de composição de betão

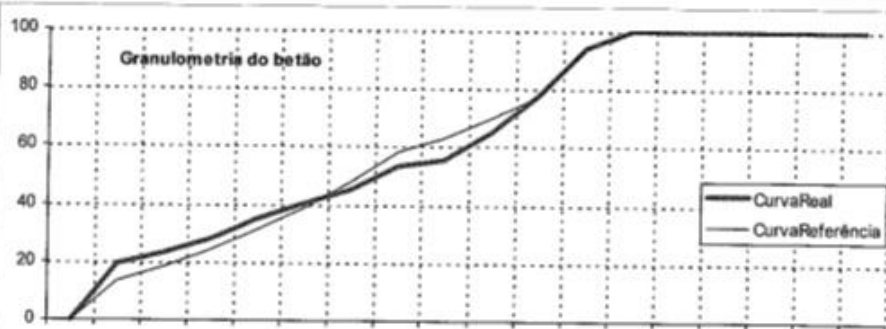
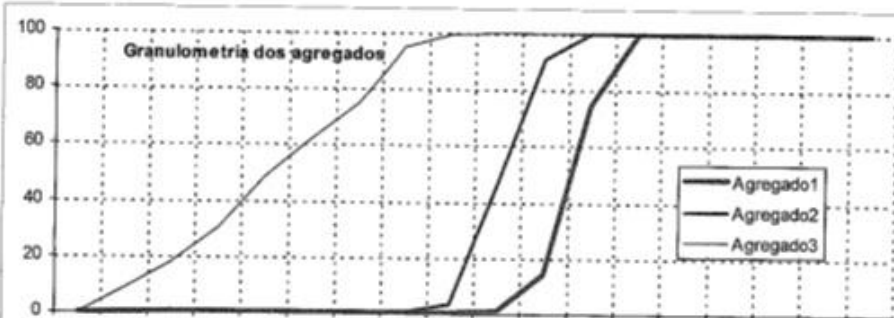
|                 |     |       |   |     |    |    |         |         |          |                      |  |
|-----------------|-----|-------|---|-----|----|----|---------|---------|----------|----------------------|--|
| nº 124238,19    |     |       |   |     |    |    |         |         |          | nome CEM II B-M      |  |
| data 2012-07-20 |     |       |   |     |    |    |         |         |          | família Tese Ricardo |  |
| C35             | /45 | EN206 | E | Ecl | Eg | Eq | cliente | central | CP Évora | ref.                 |  |

| componentes  | nº            | origem | fornec.  | kg      | m.v. | vol   | % sol    | dmax  |
|--------------|---------------|--------|----------|---------|------|-------|----------|-------|
| ag.1         | Brita 2 11/22 | 416    | Bencatel | Bencapo | 498  | 2730  | 0,192    | 23,5% |
| ag.2         | Brita 1 6/16  | 417    | Bencatel | Bencapo | 515  | 2730  | 0,178    | 21,7% |
| ag.3         | Pó/AF 75/25   | 2012   | Bencatel | Bencapo | 890  | 2698  | 0,319    | 38,9% |
| ag.4         |               |        |          |         |      |       |          |       |
| ag.5         |               |        |          |         |      |       |          |       |
| cimento      | II A/L 42,5R  |        | Alhandra | Cimpor  | 323  | 3070  | 0,105    | 12,9% |
| adição.1     | Cinzas        |        | Sines    | EDP     | 57   | 2350  | 0,024    | 3,0%  |
| adição.2     | Resíduos      |        | Évora    | IBERA   |      | 2350  |          |       |
| água         |               |        |          |         | 160  |       | 0,160    |       |
| água recicl. | % res.        |        |          |         |      |       |          |       |
| adjuvante.1  | Viscocrete    | %      | 1,1      | SIKA    | 4,18 | 1050  | 0,003981 |       |
| adjuvante.2  |               | %      |          |         |      |       |          |       |
| adjuvante.3  |               | %      |          |         |      |       |          |       |
| vazios       |               |        |          |         |      |       | 0,018    |       |
| total        |               |        |          | 2414    |      | 1.000 |          | 21,46 |

| fc      | dias.h | fc | classe       | curva ref. | Faury |
|---------|--------|----|--------------|------------|-------|
| 3 dias  |        |    | S4           | A          | 33    |
| 7 dias  |        |    | abaix. comp. | B          | 2     |
| 28 dias |        |    | VeBe         | R/D        | 1     |
| 90 dias |        |    | flow t       |            |       |

| granulometria (%) |       |       |
|-------------------|-------|-------|
| 6"                | 150,0 | 100,0 |
| 4"                | 100,0 | 100,0 |
| 3"                | 75,0  | 100,0 |
| 2"                | 50,0  | 100,0 |
| 1 1/2"            | 37,5  | 100,0 |
| 1"                | 25,0  | 100,0 |
| 3/4"              | 19,0  | 93,9  |
| 1/2"              | 12,5  | 77,9  |
| 3/8"              | 9,50  | 65,2  |
| 1/4"              | 6,30  | 55,4  |
| n. 4              | 4,75  | 53,1  |
| n. 8              | 2,36  | 45,2  |
| n. 16             | 1,18  | 40,1  |
| n. 30             | 0,600 | 35,0  |
| n. 50             | 0,300 | 27,8  |
| n. 100            | 0,150 | 23,0  |
| n. 200            | 0,075 | 19,3  |

| betão       | c.ref. |
|-------------|--------|
| mód. finura | 4,168  |
| a/l         | 0,421  |
| erro        | 3,55%  |





# AMASSADURA LABORATORIAL

Nº. 274

Estudo: TESE - R. MARIAS

Data: 24 / 07 / 2012

Pedido por: R. MARIAS

Produto: D380 . 54 . D20 (25% AF + 75% PP)

## CONSTITUINTES

| MATERIAL          | Nº. | DESIGNAÇÃO      | ORIGEM   | FORNECEDOR | OBS. |
|-------------------|-----|-----------------|----------|------------|------|
| BRITA             |     | BRITAZ          | BRITAPET | BRITAPET   |      |
| BRITA             |     | BRITA 1         | "        | "          |      |
| AREIA             |     | AREIA 2/40MM    | "        | "          |      |
| AREIA             |     | AREIA FINA      | Sesimbon | SULIMAR    |      |
| CIMENTO           |     | II/A-42,5R      |          | Cimbra     |      |
| ADIÇÃO            |     | CINZAS VOLANTES |          | EDP        |      |
| ADJUVANTE - 1,2 % | 1   | OPtima 225      |          | CHRYSO     |      |

## AMASSADURA

Volume: 35 Litros

Hora: 16 : 00

Temp. Amb.: 29,9 °C

H.R.: — %

## COMPOSIÇÃO

| MATERIAL                        | Kg/m³ | AMASS. (kg) | CORRIG. (kg) | Abaixamento: _____ mm  |
|---------------------------------|-------|-------------|--------------|--|
| BRITA 2                         | 498   | 17,430      |              | <input checked="" type="checkbox"/> Verdadeiro <input type="checkbox"/> Deformado                      |
| BRITA 1                         | 515   | 18,025      |              | Deslize:   |
| AREIA 2/40mm                    | 645   | 22,535      |              | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |
| AREIA Fina                      | 215   | 7,525       |              | Tipo de compactação  |
|                                 |       |             |              | <input checked="" type="checkbox"/> Vibração <input type="checkbox"/> Manual                           |
| CIMENTO                         | 323   | 11,305      |              | Tipo de cura:  |
| ADIÇÃO                          | 67    | 1,995       |              | <input checked="" type="checkbox"/> Água <input type="checkbox"/> _____                                |
| ADJUVANTE                       |       |             |              | Temperatura Betão: <u>28,2</u> °C  |
| ÁGUA                            | 150   | 5,25        | + 1,100      | Aspecto do betão:  |
| Absorção considerada _____ l/m³ |       |             |              | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |

| Molde Nº. | Proveito Nº. | Data Ensaio | Idade (dias) | Secção (mm²) | Massa (kg) | ENSAIO DE COMPRESSÃO |              |       |        |
|-----------|--------------|-------------|--------------|--------------|------------|----------------------|--------------|-------|--------|
|           |              |             |              |              |            | Força (kN)           | Tensão (MPa) | Média | Rotura |
| 100       | 7237         | 15-07-2012  | 1            | 20500        | 7,980      | 633                  | 28,1         | 29,1  | X      |
| 992       | 7238         |             |              | 22500        | 8,040      | 678                  | 30,1         |       | X      |
| 145       | 7239         |             |              | "            | 8,100      | 746                  | 33,2         |       | X      |
|           |              | 22-07-2012  | 3            |              |            |                      |              | 33,2  |        |
| 918       | 7240         |             |              | "            | 8,226      | 825                  | 36,70        |       |        |
| 934       | 7241         |             |              | "            | 8,172      | 863                  | 38,40        |       | 37,6   |
| 141       | 7242         | 21-08-2012  | 28           | "            | 8,044      | 962                  | 42,8         | 43,6  |        |
| 150       | 7243         |             |              | "            | 8,058      | 1000                 | 44,4         |       |        |

## Observações:

SLUMP(0 MIN) = 215

SLUMP(45 MIN) = 160

SLUMP(90 MIN) = 90

Temp. Ar = 41,1°

Resp. Técnico ma

NORMAS DE REFERÊNCIA: NP EN 12350-1; NP EN 12350-2; NP EN 12390-2; NP EN 12390-3  
LAB.02.2

## Estudo de composição de betão

nº 124238.20

nome CEM II B-M

data 2012-07-24

família Tese Ricardo

C 35 /f45 EN206

E

Ed

Eg

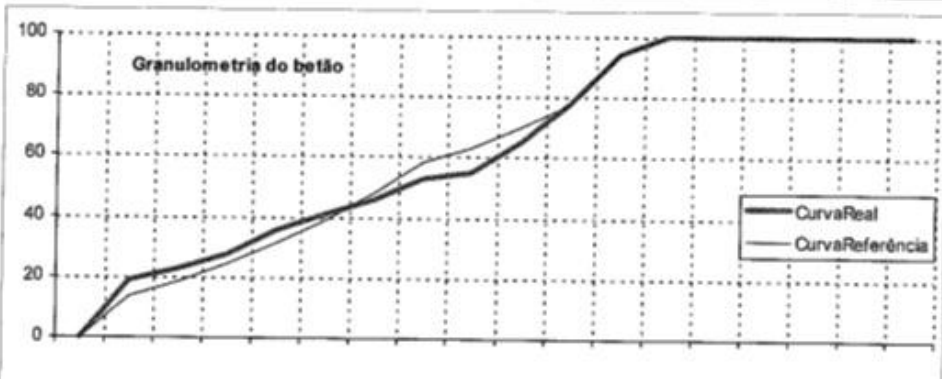
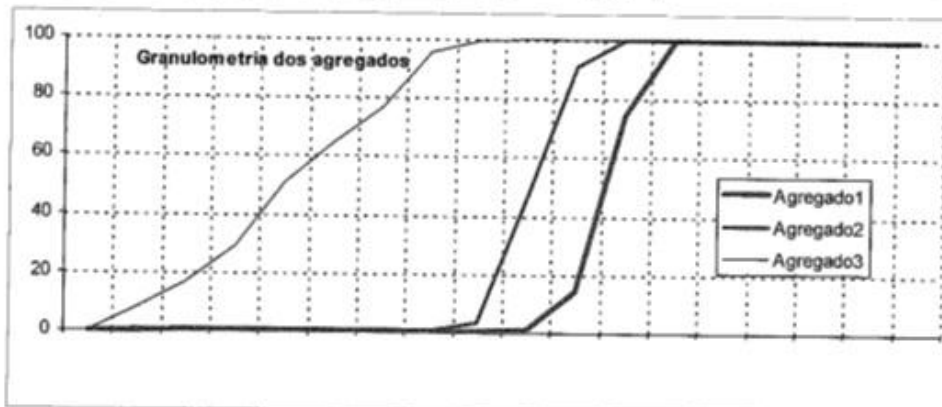
Eq

cliente

central CP Évora

ref.

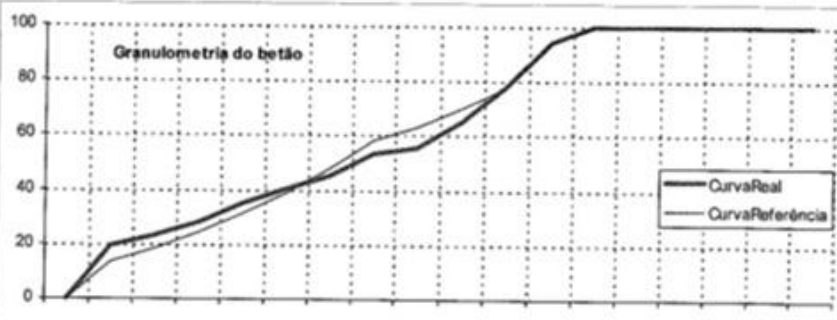
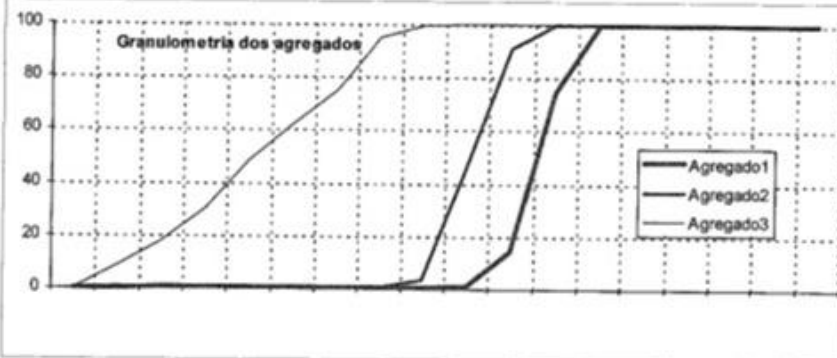
| componentes  |  |               |  |        |          |         |      |        | nº         | origem | fornec. | kg          | m.v. | vol   | % sol | dmax  | granulometria (%) |  |  |  |
|--------------|--|---------------|--|--------|----------|---------|------|--------|------------|--------|---------|-------------|------|-------|-------|-------|-------------------|--|--|--|
| ag.1         |  | Brita 2 11/22 |  | 416    | Bencatel | Bencapo | 498  | 2730   | 0,191      | 23,3%  | 21,79   | 6"          |      | 150,0 | 100,0 | 100,0 |                   |  |  |  |
| ag.2         |  | Brita 1 6/16  |  | 417    | Bencatel | Bencapo | 515  | 2730   | 0,184      | 22,4%  | 13,09   | 4"          |      | 100,0 | 100,0 | 100,0 |                   |  |  |  |
| ag.3         |  | Pó/AF 50/50   |  | 1      | Bencatel | Bencapo | 860  | 2708   | 0,314      | 38,4%  | 6,50    | 3"          |      | 75,0  | 100,0 | 100,0 |                   |  |  |  |
| ag.4         |  |               |  |        |          |         |      |        |            |        |         | 2"          |      | 50,0  | 100,0 | 100,0 |                   |  |  |  |
| ag.5         |  |               |  |        |          |         |      |        |            |        |         | 1 1/2"      |      | 37,5  | 100,0 | 100,0 |                   |  |  |  |
| cimento      |  | II A/L 42,5R  |  |        | Alhandra | Cimpor  | 323  | 3070   | 0,105      | 12,9%  |         | 1"          |      | 25,0  | 100,0 | 100,0 |                   |  |  |  |
| adição.1     |  | Cinzas        |  |        | Sines    | EDP     | 57   | 2350   | 0,024      | 3,0%   |         | 3/4"        |      | 19,0  | 94,0  | 94,2  |                   |  |  |  |
| adição.2     |  | Resíduos      |  |        | Évora    | IBERA   |      | 2350   |            |        |         | 1/2"        |      | 12,5  | 78,0  | 77,6  |                   |  |  |  |
| água         |  |               |  |        |          |         | 160  |        | 0,160      |        |         | 3/8"        |      | 9,50  | 65,0  | 69,9  |                   |  |  |  |
| água recicl. |  | % res         |  | 7,5    |          |         |      | 1040   |            |        |         | 1/4"        |      | 6,30  | 54,9  | 62,8  |                   |  |  |  |
| adjuvante.1  |  | Opt 225       |  | %      | 1,2      | CHRY    | 4,56 | 1060   | 0,004302   |        |         | n. 4        |      | 4,75  | 52,8  | 58,1  |                   |  |  |  |
| adjuvante.2  |  |               |  | %      |          |         |      |        |            |        |         | n. 8        |      | 2,36  | 45,5  | 47,8  |                   |  |  |  |
| adjuvante.3  |  |               |  | %      |          |         |      |        |            |        |         | n. 16       |      | 1,18  | 40,8  | 38,9  |                   |  |  |  |
| vazios       |  |               |  |        |          |         |      |        | 0,018      |        |         | n. 30       |      | 0,600 | 35,5  | 31,2  |                   |  |  |  |
| total        |  |               |  |        |          |         | 2417 |        | 1.000      |        | 21,45   | n. 50       |      | 0,300 | 27,3  | 24,9  |                   |  |  |  |
|              |  |               |  |        |          |         |      |        |            |        |         | n. 100      |      | 0,150 | 22,4  | 18,5  |                   |  |  |  |
|              |  |               |  |        |          |         |      |        |            |        |         | n. 200      |      | 0,075 | 19,1  | 13,4  |                   |  |  |  |
| 3 dias       |  | fcm           |  | dias.h | fcm      | abaix.  |      | classe | curva ref. | Faury  |         | betão       |      | c.ref |       |       |                   |  |  |  |
| 7 dias       |  |               |  |        |          | comp.   |      |        | A          | 33     |         | mód. finura |      | 4,168 | 4,168 |       |                   |  |  |  |
| 28 dias      |  |               |  |        |          | VeBe    |      |        | B          | 2      |         | a/l         |      | 0,421 | erro  | 3,61% |                   |  |  |  |
| 90 dias      |  |               |  |        |          | flow t  |      |        | R/D        | 1      |         |             |      |       |       |       |                   |  |  |  |





## Estudo de composição de betão

|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|-----------------|--|---------------|-----|--------|----|----------|--|------------------|--|----------------------|--|--------|--|-----------|--|-------|--|-------|--|--------|--|-------|--|-------|--|-------------------|--|--|--|
| nº 124238,17    |  |               |     |        |    |          |  |                  |  | nome CEM II B-M      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
| data 2012-07-20 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  | família Tese Ricardo |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
| C 35 /45 EN206  |  | E             | Ecl | Eg     | Eq | cliente  |  | central/CP Évora |  | ref.                 |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
| componentes     |  |               |     |        |    |          |  |                  |  | nº                   |  | origem |  | fornec.   |  | kg    |  | m.v.  |  | vol    |  | % sol |  | dmax  |  | granulometria (%) |  |  |  |
| ag.1            |  | Brita 2 11/22 |     | 416    |    | Bencatel |  | Bencapo          |  | 498                  |  | 2730   |  | 0,192     |  | 23,5% |  | 21,79 |  | 6"     |  | 150,0 |  | 100,0 |  | 100,0             |  |  |  |
| ag.2            |  | Brita 1 6/16  |     | 417    |    | Bencatel |  | Bencapo          |  | 515                  |  | 2730   |  | 0,178     |  | 21,8% |  | 13,09 |  | 4"     |  | 100,0 |  | 100,0 |  | 100,0             |  |  |  |
| ag.3            |  | Po/AF 75/25   |     | 2012   |    | Bencatel |  | Bencapo          |  | 860                  |  | 2698   |  | 0,318     |  | 38,9% |  | 6,50  |  | 3"     |  | 75,0  |  | 100,0 |  | 100,0             |  |  |  |
| ag.4            |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  | 2"     |  | 50,0  |  | 100,0 |  | 100,0             |  |  |  |
| ag.5            |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  | 1 1/2" |  | 37,5  |  | 100,0 |  | 100,0             |  |  |  |
| cimento         |  | II A/L 42,5R  |     |        |    | Alhandra |  | Cimpor           |  | 323                  |  | 3070   |  | 0,105     |  | 12,9% |  |       |  | 1"     |  | 25,0  |  | 100,0 |  | 100,0             |  |  |  |
| adição.1        |  | Cinzas        |     |        |    | Sines    |  | EDP              |  | 57                   |  | 2350   |  | 0,024     |  | 3,0%  |  |       |  | 3/4"   |  | 19,0  |  | 93,9  |  | 94,2              |  |  |  |
| adição.2        |  | Resíduos      |     |        |    | Évora    |  | IBERA            |  | 2350                 |  |        |  |           |  |       |  |       |  | 1/2"   |  | 12,5  |  | 77,9  |  | 77,6              |  |  |  |
| água            |  |               |     |        |    |          |  |                  |  | 160                  |  |        |  | 0,160     |  |       |  |       |  | 3/8"   |  | 9,50  |  | 65,2  |  | 69,9              |  |  |  |
| água recicl.    |  | % res.        |     | 7,5    |    |          |  |                  |  | 1040                 |  |        |  |           |  |       |  |       |  | 1/4"   |  | 6,30  |  | 55,4  |  | 62,8              |  |  |  |
| adjuvante.1     |  | Pozz 540      |     | % 0,7  |    | BASF     |  |                  |  | 2,66                 |  | 1200   |  | 0,002217  |  |       |  |       |  | n. 4   |  | 4,75  |  | 53,1  |  | 58,1              |  |  |  |
| adjuvante.2     |  | Sky 548       |     | % 0,8  |    | BASF     |  |                  |  | 3,04                 |  | 1038   |  | 0,002929  |  |       |  |       |  | n. 8   |  | 2,36  |  | 45,2  |  | 47,8              |  |  |  |
| adjuvante.3     |  |               |     | %      |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  | n. 16  |  | 1,18  |  | 40,1  |  | 38,9              |  |  |  |
| vazios          |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  | 0,018     |  |       |  |       |  | n. 30  |  | 0,600 |  | 35,0  |  | 31,2              |  |  |  |
| total           |  |               |     |        |    |          |  |                  |  | 2413                 |  |        |  | 1,000     |  |       |  | 21,46 |  | n. 50  |  | 0,300 |  | 27,8  |  | 24,5              |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  | n. 100 |  | 0,150 |  | 23,0  |  | 18,5              |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  | n. 200 |  | 0,075 |  | 19,4  |  | 13,4              |  |  |  |
|                 |  | fom           |     | dias.h |    | fom      |  |                  |  | classe               |  |        |  | curva.ref |  | Faury |  |       |  |        |  | betão |  | c.ref |  |                   |  |  |  |
| 3 dias          |  |               |     |        |    |          |  |                  |  | S4                   |  |        |  | A         |  | 33    |  |       |  |        |  | 4,168 |  | 4,168 |  |                   |  |  |  |
| 7 dias          |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  | B         |  | 2     |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
| 28 dias         |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
| 90 dias         |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  | R/D       |  | 1     |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |
|                 |  |               |     |        |    |          |  |                  |  |                      |  |        |  |           |  |       |  |       |  |        |  |       |  |       |  |                   |  |  |  |





## AMASSADURA LABORATORIAL

Nº. 151

Estudo: Tese - R. MARIAS

Data: 03 / 04 / 2012

Pedido por: R. MARIAS

Produto: D320 - S4 - D20 (50% Af + 50% PP)

## CONSTITUÍNTES

| MATERIAL          | Nº. | DESIGNAÇÃO       | ORIGEM  | FORNECEDOR | OBS. |
|-------------------|-----|------------------|---------|------------|------|
| BRITA             |     | BRITA 2          | BRITAPL | BENEFIX    |      |
| BRITA             |     | BRITA 1          | "       | "          |      |
| AREIA             |     | AREIA BRANCA     | "       | "          |      |
| AREIA             |     | AREIA FINA       | Sesimbr | SULIMAR    |      |
| CIMENTO           |     | II/A 42,5 R      |         | Cimbr      |      |
| ADIÇÃO            |     | CINZAS VOLANTES  |         | EDP        |      |
| ADJUVANTE - 0,7 % | 1   | Pozzolan 540     |         | BASF       |      |
| 0,8 %             | 2   | CEMENTUM SKY 548 |         | BASF       |      |

## AMASSADURA

Volume: 35 Litros

Hora: 08:50

Temp. Amb.: 14,0 °C

H.R.: — %

## COMPOSIÇÃO

| MATERIAL                  | Kg/m³ | AMASS. (kg) | CORRIG. (kg) | Abatimento: mm   |
|---------------------------|-------|-------------|--------------|--|
| BRITA 2                   | 498   | 17,430      |              | <input checked="" type="checkbox"/> Verdadeiro <input type="checkbox"/> Deformado  |
| BRITA 1                   | 503   | 17,605      |              |  |
| AREIA BRANCA              | 436   | 15,260      |              | Deslize: <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom          |
| AREIA FINA                | 436   | 15,260      |              | Tipo de compactação: <input checked="" type="checkbox"/> Vibração <input type="checkbox"/> Manual                        |
| CIMENTO                   | 323   | 11,305      |              | Tipo de cura: <input checked="" type="checkbox"/> Água <input type="checkbox"/> —  |
| ADIÇÃO                    | 62    | 1,495       |              | Temperatura Betão: 19,3 °C   |
| ADJUVANTE 1               | 2,66  | 0,093       |              | Aspecto do betão: <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |
| 2                         | 3,04  | 0,106       |              |  |
| ÁGUA                      | 150   | 5,25        | + 0,300      |  |
| Absorção considerada l/m³ |       |             |              |  |

| Molde Nº. | Provete Nº. | Data Ensaio | Idade (dias) | Secção (mm²) | Massa (kg) | ENSAIO DE COMPRESSÃO |              |       |        |
|-----------|-------------|-------------|--------------|--------------|------------|----------------------|--------------|-------|--------|
|           |             |             |              |              |            | Força (kN)           | Tensão (MPa) | Média | Rotura |
| 937       | 6484        | 1           | 22500        | 8,302        | 8,302      | 412                  | 12,30        | 18,30 | X      |
| 910       | 6485        |             |              |              |            | 410                  | 18,20        | 18,30 | X      |
| 905       | 6486        | 3           | 2,307        | 9,74         | 43,30      | 43,30                | 43,30        | 43,30 | /      |
| 924       | 6487        |             |              |              |            | 43,30                | 43,30        | 43,30 | /      |
| 904       | 6488        | 7           | 8,359        | 1115         | 49,50      | 49,50                | 49,50        | 49,50 | /      |
| 935       | 6489        |             |              |              |            | 49,50                | 49,50        | 49,50 | /      |
| 931       | 6490        | 28          | 8,410        | 1240         | 55,10      | 55,10                | 55,10        | 55,10 | /      |
|           |             |             |              |              |            | 55,10                | 55,10        | 55,10 | /      |

## Observações:

SLUMP (0 Min) = 220 mm

SLUMP (45 Min) = 200 mm

SLUMP (90 Min) = 115 mm

Temp. Ar = 2,7 °C

Resp. Técnico

NORMAS DE REFERÊNCIA: NP EN 12350-1; NP EN 12350-2; NP EN 12350-2; NP EN 12350-3

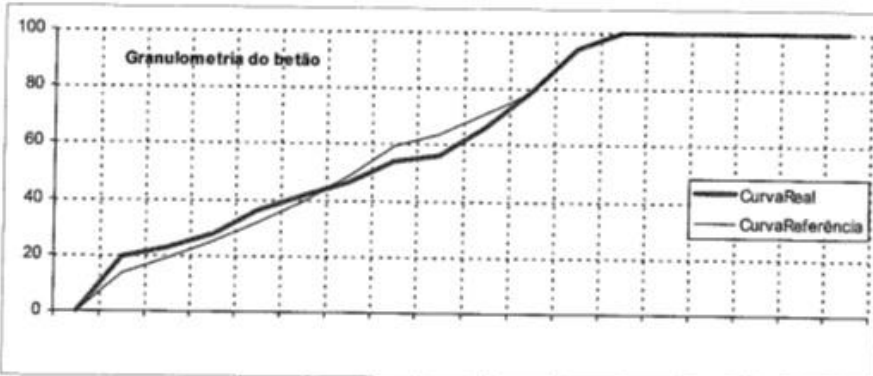
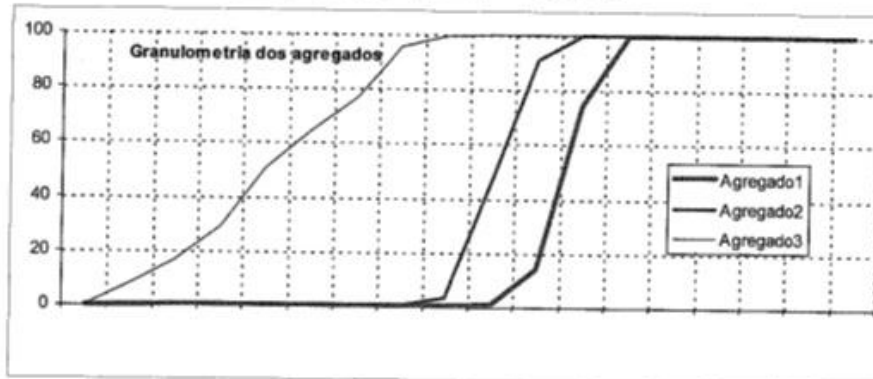
LAB.02.2

## Estudo de composição de betão

nº 124238,01  
data 2012-04-03

nome CEM II B-M  
família Tese Ricardo

|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|-----------------------|-------|---|-----|----|----|---------|------------------|------|
| C 35 / 45             | EN206 | E | Ecd | Eg | Eq | cliente | central CP Évora | ref. |
| data: 2012-04-03      |       |   |     |    |    |         |                  |      |
| família: Iese Ricardo |       |   |     |    |    |         |                  |      |
| granulometria (%)     |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |
|                       |       |   |     |    |    |         |                  |      |







Nº. 148

Data: 02 / 11 / 2012

Produto: 7320.54.320 (50% AF + 50% IP)

| CONSTITUINTES     |     |                 |          |            |      |
|-------------------|-----|-----------------|----------|------------|------|
| MATERIAL          | Nº. | DESIGNAÇÃO      | ORIGEM   | FORNECEDOR | OBS. |
| BRITA             |     | BRITA 1         | BONASEL  | BONASEL    |      |
| BRITA             |     | BRITA 2         | "        | "          |      |
| AREIA             |     | AREIA BRANCA    | "        | "          |      |
| AREIA             |     | AREIA FINE      | SESIMORA | SULAMINHO  |      |
| CIMENTO           |     | I/A-1 42,5R     |          | Cimpor     |      |
| ADIÇÃO            |     | CINZAS VULCANES |          | FAP        |      |
| ADJUVANTE - 0,3 % |     | MIRA 445        |          | GRACE      |      |
| 0,3 %             |     | 1 DVA 445       |          | GRACE      |      |

Volume: 35 Litros      Hora: 17:00      Temp. Amb.: 13.5 °C      H.R.: — %

Volume: 35 Litros      Hora: 17:00      Temp. Amb.: 13.5 °C      H.R.: — %

| MATERIAL                      | Kg/m³ | AMASS. (kg) | CORRIG. (kg) | Abaixamento: _____ mm<br><input checked="" type="checkbox"/> Verdadeiro <input type="checkbox"/> Deformado                  |
|-------------------------------|-------|-------------|--------------|---|
| BRITA 2                       | 498   | 12,430      |              | Deslize:<br><input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom          |
| BRITA 1                       | 508   | 17,605      |              | Tipo de compactação<br><input checked="" type="checkbox"/> Vibração <input type="checkbox"/> Manual                         |
| AREIA <small>Balastão</small> | 436   | 15,260      |              | Tipo de cura:<br><input checked="" type="checkbox"/> Água <input type="checkbox"/> _____                                    |
| AREIA <small>Fina</small>     | 436   | 15,260      |              | Temperatura Betão: <u>20,1</u> °C   |
| CIMENTO                       | 323   | 11,305      |              | Aspecto do betão:<br><input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |
| ADICÇÃO                       | 57    | 1,995       |              |   |
| ADJUVANTE                     | 2,66  | 0,093       |              |   |
|                               | 2,66  | 0,093       |              |   |
| ÁGUA                          | 150   | 5,25        | + 0,250      |   |

Absorção considerada 1/m³

[illegible]

Sum (min): 210

Sum (min): 210

$$\text{Sum}(A_{\text{sum}}) = 215$$

Σελίδα (50 από 130)

time = 4.02

Resp. Técnico

NORMAS DE REFERÊNCIA: NP EN 12150-1; NP EN 12150-2; NP EN 12360-2; NP EN 12360-3

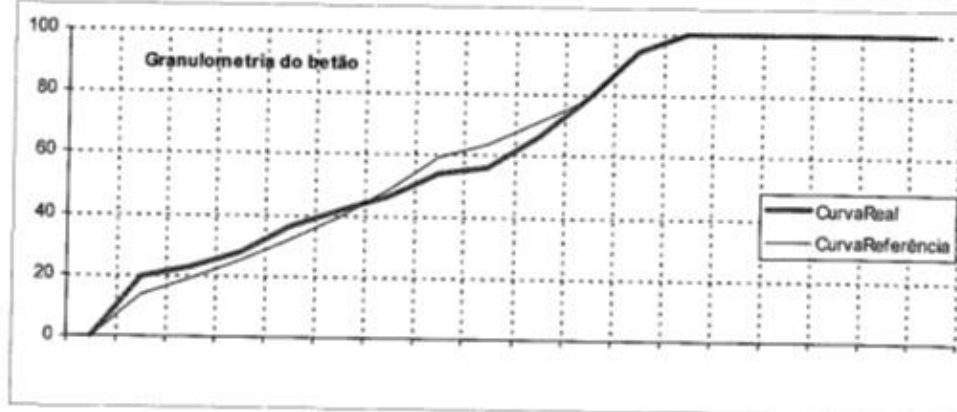
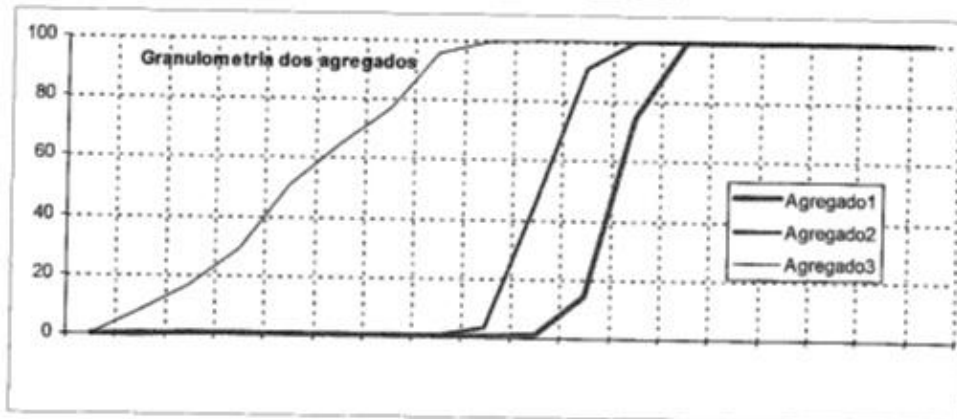
## Estudo de composição de betão

|                  |  |   |     |    |    |          |  |                   |  |                       |  |
|------------------|--|---|-----|----|----|----------|--|-------------------|--|-----------------------|--|
| nº 124238.04     |  |   |     |    |    |          |  |                   |  | nome: CEM II B-M      |  |
| data: 2012-04-02 |  |   |     |    |    |          |  |                   |  | família: Tese Ricardo |  |
| C/35 /f/45 EN206 |  | E | Ecl | Eg | Eq | cliente: |  | central: CP Évora |  | ref.                  |  |

| componentes        | rº           | origem   | forneç. | kg    | m.v. | vol   | % sol    | dmax  | granulometria (%)       |
|--------------------|--------------|----------|---------|-------|------|-------|----------|-------|-------------------------|
| ag.1 Brita 2 11/22 | 416          | Bencatel | Bencapo | 498   | 2730 | 0.182 | 22.3%    | 21.79 | 6" 150,0 100,0 100,0    |
| ag.2 Brita 1 6/16  | 417          | Bencatel | Bencapo | 503   | 2730 | 0.184 | 22.5%    | 13.09 | 4" 100,0 100,0 100,0    |
| ag.3 P6/AF 50/50   | 1            | Bencatel | Bencapo | 872   | 2708 | 0.321 | 39.3%    | 6.50  | 3" 75,0 100,0 100,0     |
| ag.4               |              |          |         |       |      |       |          |       | 2" 50,0 100,0 100,0     |
| ag.5               |              |          |         |       |      |       |          |       | 1 1/2" 37,5 100,0 100,0 |
| cimento            | II A/L 42,5R | Alhandra | Cimpor  | 323   | 3070 | 0.105 | 12.9%    |       | 1" 25,0 100,0 100,0     |
| adição.1           | Cinzas       | Sines    | EDP     | 57    | 2350 | 0.024 | 3.0%     |       | 3/4" 19,0 94,2 94,5     |
| adição.2           | Resíduos     | Évora    | IBERA   |       | 2350 |       |          |       | 1/2" 12,5 78,9 78,4     |
| água               |              |          |         | 160   |      | 0.160 |          |       | 3/8" 9,50 66,0 70,9     |
| água recicl.       | % res.       | 7,5      |         |       | 1040 |       |          |       | 1/4" 6,30 55,8 63,6     |
| adjuvante.1        | Mira 44S     | %        | 0.7     | GRACE | 2.66 | 1190  | 0.002235 |       | n. 4 4,75 53,6 58,9     |
| adjuvante.2        | ADVA 44S     | %        | 0.7     | GRACE | 2.66 | 1045  | 0.002545 |       | n. 8 2,36 46,1 48,4     |
| adjuvante.3        |              | %        |         |       |      |       |          |       | n. 16 1,18 41,4 39,4    |
| vazios             |              |          |         |       |      |       |          |       | n. 30 0,600 35,9 31,7   |
| total              |              |          |         | 2416  |      | 1.000 |          | 21.43 | n. 50 0,300 27,5 24,8   |
|                    |              |          |         |       |      |       |          |       | n. 100 0,150 22,6 18,8  |
|                    |              |          |         |       |      |       |          |       | n. 200 0,075 19,2 13,6  |

|         |        |     |        |        |            |       |
|---------|--------|-----|--------|--------|------------|-------|
| fcm     | dias.h | fcm | abax.  | classe | curva ref. | Faury |
| 3 dias  |        |     | comp.  | S4     | A          | 34    |
| 7 dias  |        |     | VeBe   |        | B          | 2     |
| 28 dias |        |     | flow t |        | R/D        | 1     |
| 90 dias |        |     |        |        |            |       |

|             |                  |
|-------------|------------------|
| betão       | c.ref.           |
| mód. finura | 4.126 4.126      |
| af/         | 0.421 erro 3.58% |





## Estudo de composição de betão

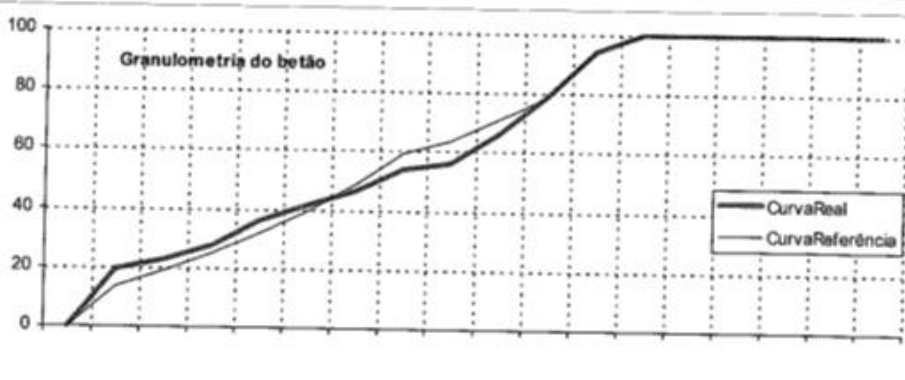
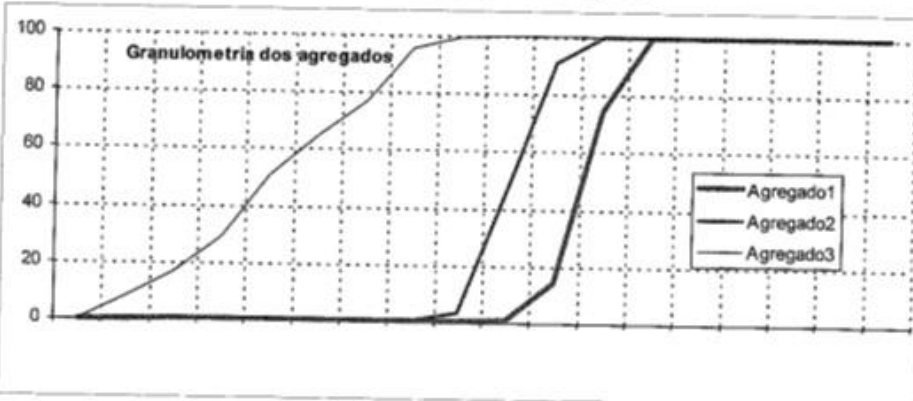
|                 |  |   |     |    |    |         |  |                  |  |                      |  |
|-----------------|--|---|-----|----|----|---------|--|------------------|--|----------------------|--|
| nº 124238.03    |  |   |     |    |    |         |  |                  |  | nome CEM II B-M      |  |
| data 2012-04-02 |  |   |     |    |    |         |  |                  |  | família Tese Ricardo |  |
| C35 /45 EN206   |  | E | Ecl | Eg | Eq | cliente |  | central CP Evora |  | ref.                 |  |

| componentes  | nº            | origem   | fornec.  | kg          | m.v. | vol          | % sol    | dmax         |
|--------------|---------------|----------|----------|-------------|------|--------------|----------|--------------|
| ag.1         | Brita 2 11/22 | 416      | Bencatel | Bencapo     | 498  | 2730         | 0,182    | 22,3%        |
| ag.2         | Brita 1 6/16  | 417      | Bencatel | Bencapo     | 503  | 2730         | 0,184    | 22,6%        |
| ag.3         | Pó/AF 50/50   | 1        | Bencatel | Bencapo     | 872  | 2708         | 0,321    | 39,3%        |
| ag.4         |               |          |          |             |      |              |          |              |
| ag.5         |               |          |          |             |      |              |          |              |
| cimento      | II A/L 42,5R  | Alhandra | Cimpor   | 323         | 3070 | 0,105        | 12,9%    |              |
| adição.1     | Cinzas        | Sines    | EDP      | 57          | 2350 | 0,024        | 3,0%     |              |
| adição.2     | Resíduos      | Evora    | IBERA    |             | 2350 |              |          |              |
| água         |               |          |          | 160         |      | 0,160        |          |              |
| água recicl. | % res.        | 7,5      |          |             | 1040 |              |          |              |
| adjuvante.1  | Mapep R10     | %        | 0,6      | MAPEI       | 2,28 | 1119         | 0,002038 |              |
| adjuvante.2  | Dynamon SX    | %        | 0,9      | MAPEI       | 3,42 | 1060         | 0,003226 |              |
| adjuvante.3  |               | %        |          |             |      |              |          |              |
| vazios       |               |          |          |             |      | 0,018        |          |              |
| <b>total</b> |               |          |          | <b>2415</b> |      | <b>1,000</b> |          | <b>21,43</b> |

| granulometria (%) | 6"    | 4"    | 3"    | 2"    | 1 1/2" | 1"    | 3/4"  | 1/2"  | 3/8"  | 1/4"  | n. 4  | n. 8  | n. 16 | n. 30 | n. 50 | n. 100 | n. 200 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 6"                | 150,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0  |
| 4"                | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0  |
| 3"                | 75,0  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0  |
| 2"                | 50,0  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0  |
| 1 1/2"            | 37,5  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0  |
| 1"                | 25,0  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0  |
| 3/4"              | 19,0  | 94,2  | 94,5  | 100,0 | 100,0  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0  |
| 1/2"              | 12,5  | 78,9  | 78,4  | 100,0 | 100,0  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0  |
| 3/8"              | 9,50  | 66,0  | 70,9  | 100,0 | 100,0  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0  |
| 1/4"              | 6,30  | 55,8  | 63,6  | 100,0 | 100,0  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0  |
| n. 4              | 4,75  | 53,6  | 58,9  | 100,0 | 100,0  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0  |
| n. 8              | 2,36  | 46,1  | 48,4  | 100,0 | 100,0  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0  |
| n. 16             | 1,18  | 41,4  | 39,4  | 100,0 | 100,0  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0  |
| n. 30             | 0,600 | 35,9  | 31,7  | 100,0 | 100,0  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0  |
| n. 50             | 0,300 | 27,5  | 24,8  | 100,0 | 100,0  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0  |
| n. 100            | 0,150 | 22,6  | 18,8  | 100,0 | 100,0  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0  |
| n. 200            | 0,075 | 19,2  | 13,6  | 100,0 | 100,0  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0  |

|         |     |        |     |        |        |            |       |
|---------|-----|--------|-----|--------|--------|------------|-------|
| 3 dias  | fcu | dias,h | fcu | abaix  | classe | curva ref. | Faury |
| 7 dias  |     |        |     | comp.  | S4     | A          | 34    |
| 28 dias |     |        |     | VeBe   |        | B          | 2     |
| 90 dias |     |        |     | flow t |        | R/D        | 1     |

|             |        |
|-------------|--------|
| betão       | c.ref. |
| mód. finura | 4,126  |
| a/f         | 0,421  |
| erro        | 3,58%  |





# AMASSADURA LABORATORIAL

Nº. 152

Estudo: TESE - R. MATIAS

Data: 03/04/2012

Pedido por: R. MATIAS

Produto: D320-54-D20 (50% AF + 50% PP)

## CONSTITUÍNTES

| MATERIAL                 | Nº. | DESIGNAÇÃO      | ORIGEM  | FORNECEDOR | OBS. |
|--------------------------|-----|-----------------|---------|------------|------|
| BRITA                    |     | BRITA 2         | BENCARD | BENCARD    |      |
| BRITA                    |     | BRITA 1         | "       | "          |      |
| AREIA                    |     | AREIA BRANCA    | "       | "          |      |
| AREIA                    |     | AREIA FINA      | SERINON | SULIMANE   |      |
| CIMENTO                  |     | II/A 42,5R      |         | CIMBA      |      |
| ADICÃO                   |     | CINZAS VOLANTES |         | EDP        |      |
| ADJUVANTE - <u>1,20%</u> |     | OPIMA 225       |         | CHRYSO     |      |

## AMASSADURA

Volume: 35 Litros

Hora: 11:15

Temp. Amb.: 23,5 °C

H.R.: — %

## COMPOSIÇÃO

| MATERIAL                        | Kg/m³ | AMASS. (kg) | CORRIG. (kg) | Abaixamento: _____ mm  |
|---------------------------------|-------|-------------|--------------|--|
| BRITA 2                         | 498   | 17,430      |              | <input checked="" type="checkbox"/> Verdadeiro <input type="checkbox"/> Deformado                      |
| BRITA 1                         | 503   | 17,605      |              | Deslize:   |
| AREIA BRANCA                    | 436   | 15,260      |              | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |
| AREIA FINA                      | 436   | 15,260      |              | Tipo de compactação  |
| CIMENTO                         | 323   | 11,305      |              | <input checked="" type="checkbox"/> Vibração <input type="checkbox"/> Manual                           |
| ADICÃO                          | 53    | 1,995       |              | Tipo de cura:  |
| ADJUVANTE                       | 4,56  | 0,16        |              | <input checked="" type="checkbox"/> Água <input type="checkbox"/> _____                                |
| ÁGUA                            | 150   | 5,25        | + 0,35       | Temperatura Betão: <u>25,10</u> °C   |
| Absorção considerada _____ l/m³ |       |             |              | Aspecto do betão:  |
|                                 |       |             |              | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |

| Molde N°. | Proveito N°. | Data Ensaio | Idade (dias) | Secção (mm²) | Massa (kg) | ENSAIO DE COMPRESSÃO |              |       |        |    |
|-----------|--------------|-------------|--------------|--------------|------------|----------------------|--------------|-------|--------|----|
|           |              |             |              |              |            | Força (kN)           | Tensão (MPa) | Média | Rotura |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       | S      | NS |
| 923       | 6491         | 03-04-2012  | 1            | 22500        | 8,278      | 516                  | 22,90        | 23,10 | X      |    |
| 943       | 6492         |             |              | "            | 8,290      | 518                  | 23,10        |       | X      |    |
| 903       | 6493         |             |              | "            | 1,355      | 939                  | 41,80        |       | X      |    |
| /         | /            | 03/04/2012  | 3            | /            | /          | /                    | /            | 41,80 | /      | /  |
| 942       | 6494         | 03/04/2012  | 7            | 8326         | 1035       | 46,10                | 45,70        | X     |        |    |
| 919       | 6495         |             |              | "            | 8,328      | 1022                 |              | 45,40 | X      |    |
| 906       | 6496         |             |              | "            | 8,320      | 1217                 |              | 54,10 | X      |    |
| 945       | 6497         | 03/05/2012  | 28           | 8402         | 1216       | 54,00                | 54,1         | X     |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |        |    |

## Observações:

SLUMP (0 Min) = 220

SLUMP (45 Min) = 215

SLUMP (90 Min) = 185

Temp. Ar = 2,4 °C

Resp. Técnico: pro

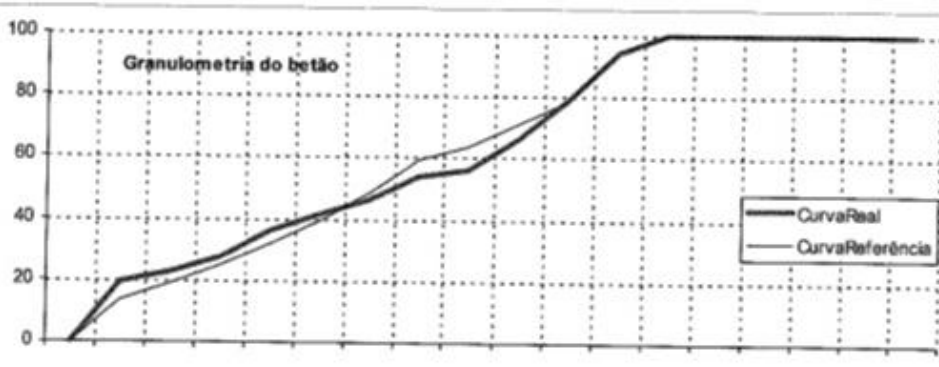
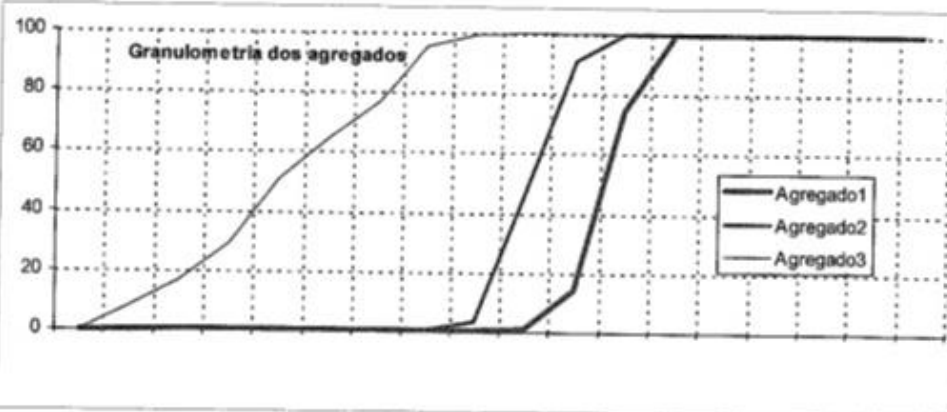
NORMAS DE REFERÊNCIA: NP EN 12350-1; NP EN 12350-2; NP EN 12350-3  
LAB.02.2

## Estudo de composição de betão

|                 |       |   |     |    |    |         |                  |      |  |                      |  |
|-----------------|-------|---|-----|----|----|---------|------------------|------|--|----------------------|--|
| nº 124238.00    |       |   |     |    |    |         |                  |      |  | nome CEM II B-M      |  |
| data 2012-04-03 |       |   |     |    |    |         |                  |      |  | família Tese Ricardo |  |
| C/35 /45        | EN206 | E | Ecl | Eg | Eq | cliente | central CP Évora | ref. |  |                      |  |

| componentes  | nº            | origem   | fornec.  | kg      | m.v. | vol   | % sol    | dmax  | granulometria ( % ) |        |       |       |       |
|--------------|---------------|----------|----------|---------|------|-------|----------|-------|---------------------|--------|-------|-------|-------|
| ag.1         | Brita 2 11/22 | 416      | Bencatel | Bencapo | 496  | 2730  | 0,182    | 22,3% | 21,79               | 6"     | 150,0 | 100,0 | 100,0 |
| ag.2         | Brita 1 6/16  | 417      | Bencatel | Bencapo | 503  | 2730  | 0,184    | 22,5% | 13,09               | 4"     | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| ag.3         | Pó/AF 50/50   | 1        | Bencatel | Bencapo | 872  | 2708  | 0,322    | 39,3% | 6,50                | 3"     | 75,0  | 100,0 | 100,0 |
| ag.4         |               |          |          |         |      |       |          |       |                     | 2"     | 50,0  | 100,0 | 100,0 |
| ag.5         |               |          |          |         |      |       |          |       |                     | 1 1/2" | 37,5  | 100,0 | 100,0 |
| cimento      | II A/L 42,5R  | Alhandra | Cimpor   | 323     | 3070 | 0,105 | 12,9%    |       |                     | 1"     | 25,0  | 100,0 | 100,0 |
| adição.1     | Cinzas        | Sines    | EDP      | 57      | 2350 | 0,024 | 3,0%     |       |                     | 3/4"   | 19,0  | 94,2  | 94,5  |
| adição.2     | Resíduos      | Evora    | IBERA    |         | 2350 |       |          |       |                     | 1/2"   | 12,5  | 78,9  | 78,4  |
| água         |               |          |          | 160     |      | 0,160 |          |       |                     | 3/8"   | 9,50  | 66,0  | 70,9  |
| água recicl. | % res.        | 7,5      |          |         | 1040 |       |          |       |                     | 1/4"   | 6,30  | 55,8  | 63,6  |
| adjuvante.1  | Opt 225       | %        | 1,2      | CHRYL   | 4,56 | 1080  | 0,004302 |       |                     | n. 4   | 4,75  | 53,6  | 58,9  |
| adjuvante.2  |               | %        |          |         |      |       |          |       |                     | n. 8   | 2,36  | 46,1  | 48,4  |
| adjuvante.3  |               | %        |          |         |      |       |          |       |                     | n. 16  | 1,18  | 41,4  | 39,4  |
| vazios       |               |          |          |         |      | 0,018 |          |       |                     | n. 30  | 0,600 | 35,9  | 31,7  |
| total        |               |          |          | 2417    |      | 1,000 |          | 21,43 |                     | n. 50  | 0,300 | 27,5  | 24,6  |
|              |               |          |          |         |      |       |          |       |                     | n. 100 | 0,150 | 22,6  | 18,8  |
|              |               |          |          |         |      |       |          |       |                     | n. 200 | 0,075 | 19,2  | 13,6  |

|         |     |        |     |        |            |       |             |        |
|---------|-----|--------|-----|--------|------------|-------|-------------|--------|
| 3 dias  | fcu | dias.h | fcu | classe | curva ref. | Faury | betão       | c.ref. |
| 7 dias  |     |        |     | S4     | A          | 34    | mód. finura | 4,126  |
| 28 dias |     |        |     | abaix. | B          | 2     | af          | 0,421  |
| 90 dias |     |        |     | comp.  | R/D        | 1     | erro        | 3,58%  |
|         |     |        |     | VeBe   |            |       |             |        |
|         |     |        |     | flow t |            |       |             |        |





# AMASSADURA LABORATORIAL

Nº. 150

Estudo: TESE - R. MARIAS

Data: 03 / 04 / 2012

Pedido por: R. MARIAS

Produto: D380 - S4 - D20 (50% AF + 50% PP)

## CONSTITUÍNTES

| MATERIAL                 | Nº. | DESIGNAÇÃO       | ORIGEM   | FORNECEDOR | OBS. |
|--------------------------|-----|------------------|----------|------------|------|
| BRITA                    |     | BRITAZ           | BENCATEL | BENCATEL   |      |
| BRITA                    |     | BRITA 1          | "        | "          |      |
| AREIA                    |     | AREIA BRANCA     | "        | "          |      |
| AREIA                    |     | AREIA FINA       | SERINHO  | SULINHO    |      |
| CIMENTO                  |     | II/A1 42,5R      |          | Cintra     |      |
| ADICÃO                   |     | CINTRAS VALINHOS |          | EDP        |      |
| ADJUVANTE - <u>1,1 %</u> |     | VALCOCEUTE 3005  |          | Sica       |      |

## AMASSADURA

Volume: 35 Litros

Hora: 07 : 00

Temp. Amb.: 13,6 °C

H.R.: — %

## COMPOSIÇÃO

| MATERIAL                           | Kg/m³ | AMASS. (kg) | CORRIG. (kg) | Abaixamento: <u>—</u> mm   |
|------------------------------------|-------|-------------|--------------|--|
| BRITA 2                            | 498   | 17,430      |              | <input checked="" type="checkbox"/> Verdadeiro <input type="checkbox"/> Deformado                      |
| BRITA 1                            | 513   | 17,605      |              | Deslize:   |
| AREIA Branca                       | 436   | 15,260      |              | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |
| AREIA Fina                         | 436   | 15,260      |              | Tipo de compactação  |
| CIMENTO                            | 323   | 11,305      |              | <input checked="" type="checkbox"/> Vibração <input type="checkbox"/> Manual                           |
| ADICÃO                             | 62    | 1,995       |              | Tipo de cura:  |
|                                    |       |             |              | <input checked="" type="checkbox"/> Água <input type="checkbox"/> <u>—</u>                             |
| ADJUVANTE                          | 4,12  | 0,146       |              | Temperatura Betão: <u>17,8</u> °C  |
| ÁGUA                               | 150   | 5,25        |              | Aspecto do betão:  |
| Absorção considerada <u>—</u> l/m³ |       |             |              | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |

| Molde Nº. | Proveito Nº. | Data Ensaio | Idade (dias) | Secção (mm²) | Massa (kg) | ENSAIO DE COMPRESSÃO |              |       |        | Observações:  |
|-----------|--------------|-------------|--------------|--------------|------------|----------------------|--------------|-------|--------|---|
|           |              |             |              |              |            | Força (kN)           | Tensão (MPa) | Média | Rotura |   |
| 940       | 6477         | 04/04/2012  | 1            | 2250         | 8,369      | 704                  | 31,30        | 31,2  | X      | SLUMP (0 Min) = 220 mm<br>SLUMP (45 Min) = 215 mm<br>SLUMP (90 Min) = 80 mm<br><br>Temp. Ar = 29,0 °C |
| 941       | 6478         |             |              | "            | 8,387      | 700                  | 31,10        |       | X      |   |
| 908       | 6479         |             |              | "            | 8,338      | 1091                 | 48,50        |       | X      |   |
| 925       | 6480         | 04/04/2012  | 7            | "            | 8,429      | 1185                 | 52,70        | 52,60 | X      |   |
| 907       | 6481         |             |              | "            | 8,423      | 1179                 | 52,40        |       | X      |   |
| 948       | 6482         |             |              | "            | 8,418      | 1356                 | 60,30        |       | X      |   |
| 913       | 6483         | 04/04/2012  | 28           | "            | 8,424      | 1366                 | 60,70        | 61,50 | X      |   |

Resp. Técnico pm

NORMAS DE REFERÊNCIA: NP EN 12350-1; NP EN 12350-2; NP EN 12350-3; NP EN 12350-4  
LAB.02.2



## Estudo de composição de betão

nº 124238,02

nome CEM II B-M

data 2012-04-03

família Tese Ricardo

C/35 /45 EN206

E

Ecl

Eg

Eq

cliente

central CP Évora

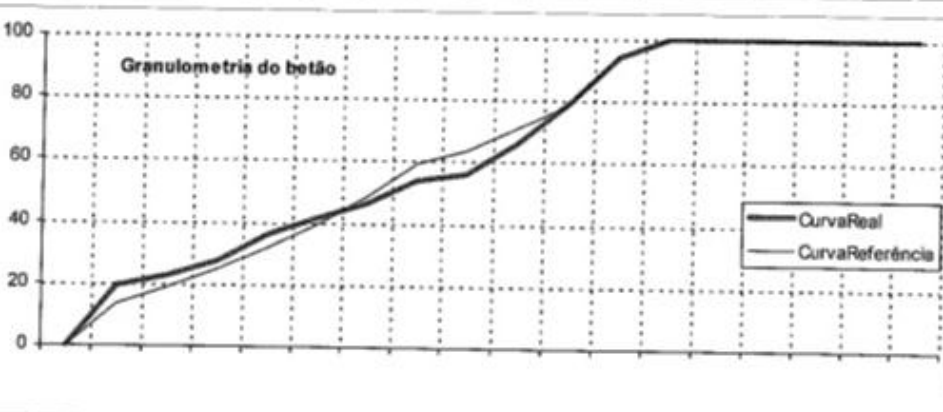
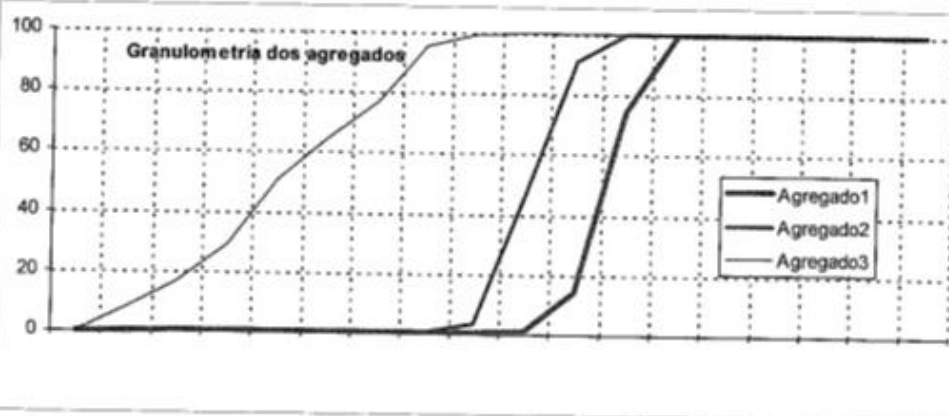
ref.

| componentes        | nº           | origem   | fornec. | kg   | m.v. | vol   | % sol    | dmax  |
|--------------------|--------------|----------|---------|------|------|-------|----------|-------|
| ag.1 Brita 2 11/22 | 416          | Bencatel | Bencapo | 498  | 2730 | 0,182 | 22,3%    | 21,79 |
| ag.2 Brita 1 6/16  | 417          | Bencatel | Bencapo | 503  | 2730 | 0,184 | 22,5%    | 13,09 |
| ag.3 Pó/A/F 50/50  | 1            | Bencatel | Bencapo | 872  | 2708 | 0,322 | 39,3%    | 6,50  |
| ag.4               |              |          |         |      |      |       |          |       |
| ag.5               |              |          |         |      |      |       |          |       |
| cimento            | II A/L 42,5R | Alhandra | Cimpor  | 323  | 3070 | 0,105 | 12,9%    |       |
| adição.1           | Cinzas       | Sines    | EDP     | 57   | 2350 | 0,024 | 3,0%     |       |
| adição.2           | Resíduos     | Évora    | IBERA   |      | 2350 |       |          |       |
| água               |              |          |         | 160  |      | 0,160 |          |       |
| água recicl.       | % res.       | 7,5      |         |      | 1040 |       |          |       |
| adjuvante.1        | Viscocrete   | %        | 1,1     | SIKA | 4,18 | 1050  | 0,003981 |       |
| adjuvante.2        |              | %        |         |      |      |       |          |       |
| adjuvante.3        |              | %        |         |      |      |       |          |       |
| vazios             |              |          |         |      |      | 0,018 |          |       |
| total              |              |          |         | 2417 |      | 1,000 |          | 21,43 |

| granulometria (%) |       |       |       |
|-------------------|-------|-------|-------|
| 6"                | 150,0 | 100,0 | 100,0 |
| 4"                | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| 3"                | 75,0  | 100,0 | 100,0 |
| 2"                | 50,0  | 100,0 | 100,0 |
| 1 1/2"            | 37,5  | 100,0 | 100,0 |
| 1"                | 25,0  | 100,0 | 100,0 |
| 3/4"              | 19,0  | 94,2  | 94,5  |
| 1/2"              | 12,5  | 78,9  | 78,4  |
| 3/8"              | 9,50  | 66,0  | 70,9  |
| 1/4"              | 6,30  | 55,8  | 63,8  |
| n. 4              | 4,75  | 53,6  | 58,9  |
| n. 8              | 2,36  | 48,2  | 48,4  |
| n. 16             | 1,18  | 41,4  | 39,4  |
| n. 30             | 0,600 | 35,9  | 31,7  |
| n. 50             | 0,300 | 27,5  | 24,8  |
| n. 100            | 0,150 | 22,6  | 18,8  |
| n. 200            | 0,075 | 19,1  | 13,6  |

|         |     |        |     |        |            |       |
|---------|-----|--------|-----|--------|------------|-------|
| 3 dias  | fcu | dias.h | fcu | classe | curva ref. | Faury |
| 7 dias  |     |        |     | abaix. | A          | 34    |
| 28 dias |     |        |     | comp.  | B          | 2     |
| 90 dias |     |        |     | VeBe   | R/D        | 1     |
|         |     |        |     | flow t |            |       |

|             |        |
|-------------|--------|
| betão       | c.ref. |
| mód. finura | 4,126  |
| a/l         | 0,421  |
| erro        | 3,57%  |





## AMASSADURA LABORATORIAL

Nº. 303

Estudo: TESE - R. MAYAS

Data: 28 / 08 / 2012

Pedido por: R. MARIAS

Produto: D390.S4.P20 (75% Af + 25% PP)

## CONSTITUÍNTES

| MATERIAL          | Nº. | DESIGNAÇÃO      | ORIGEM   | FORNECEDOR | OBS. |
|-------------------|-----|-----------------|----------|------------|------|
| BRITA             |     | BRITA 2         | BRUCAR   | BRUCAR     |      |
| BRITA             |     | BRITA 1         | "        | "          |      |
| AREIA             |     | AREIA BRANCA    | "        | "          |      |
| AREIA             |     | AREIA FINA      | Sesimbon | SULIMAR    |      |
| CIMENTO           |     | II/A 42,5 R     |          | Cinifex    |      |
| ADIÇÃO            |     | CINZAS VOLANTES |          | ESP        |      |
| ADJUVANTE - 0,3 % | 1   | Pozzolith 580   |          | BAF        |      |
| 0,3               | 2   | SKY 580         |          | BAF        |      |

## AMASSADURA

Volume: 35 Litros

Hora: 07 : 47

Temp. Amb.: 20,7 °C

H.R.: — 32

### COMPOSIÇÃO

| MATERIAL                        |         | Kg/m³ | AMASS. (kg) | CORRIG. (kg) | Abaixamento: _____ mm  |
|---------------------------------|---------|-------|-------------|--------------|--|
| BRITA                           | 2       | 498   | 17,330      |              | <input checked="" type="checkbox"/> Verdadeiro <input type="checkbox"/> Deformado                      |
| BRITA                           | 1       | 503   | 17,605      |              | Deslize:   |
| AREIA                           | Brita 1 | 215   | 7,525       |              | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |
| AREIA                           | Fina    | 645   | 22,535      |              | Tipo de compactação  |
|                                 |         |       |             |              | <input checked="" type="checkbox"/> Vibração <input type="checkbox"/> Manual                           |
| CIMENTO                         |         | 323   | 11,305      |              | Tipo de cura:  |
| ADIÇÃO                          |         | 53    | 1,995       |              | <input checked="" type="checkbox"/> Água <input type="checkbox"/> _____                                |
|                                 |         |       |             |              | Temperatura Betão: 26,2 °C   |
| ADJUVANTE                       | 1       | 2,66  | 0,093       |              | Aspecto do betão:  |
|                                 | 2       | 3,04  | 0,106       |              | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |
| ÁGUA                            |         | 150   | 5,250       | + 1,050      |  |
| Absorção considerada _____ l/m³ |         |       |             |              |  |

| Molde N°. | Proveito N°. | Data Ensaio | Idade (dias) | Secção (mm²) | Massa (kg) | ENSAIO DE COMPRESSÃO |              |       |                 |
|-----------|--------------|-------------|--------------|--------------|------------|----------------------|--------------|-------|-----------------|
|           |              |             |              |              |            | Força (kN)           | Tensão (MPa) | Média | Retorno<br>S NS |
| 948       | 7360         | 14-08-2012  | 1            | 22500        | 3,151      | 564                  | 25,10        | 24,80 | X               |
| 901       | 7361         |             |              | "            | 3,129      | 569                  | 24,40        |       | X               |
| 104       | 7362         |             |              | "            | 3,998      | 878                  | 39,10        |       | 39,10           |
|           |              | 31-08-2012  | 3            |              |            |                      |              |       |                 |
| 126       | 7363         | 04-09-2012  |              | "            | 3,060      | 911                  | 40,50        | 41,60 |                 |
| 940       | 7364         |             |              | "            | 3,170      | 959                  | 42,60        |       | X               |
| 153       | 7365         |             | 15-09-2012   | "            | 3,095      | 1105                 | 49,10        |       | 49,1            |
| 903       | 7366         | "           |              | 3,294        | 1102       | 45,00                | X            |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |
|           |              |             |              |              |            |                      |              |       |                 |

NORMAS DE REFERÊNCIA: NP EN 12350-1; NP EN 12350-2; NP EN 12390-2; NP EN 12390-3

LAB.02.2

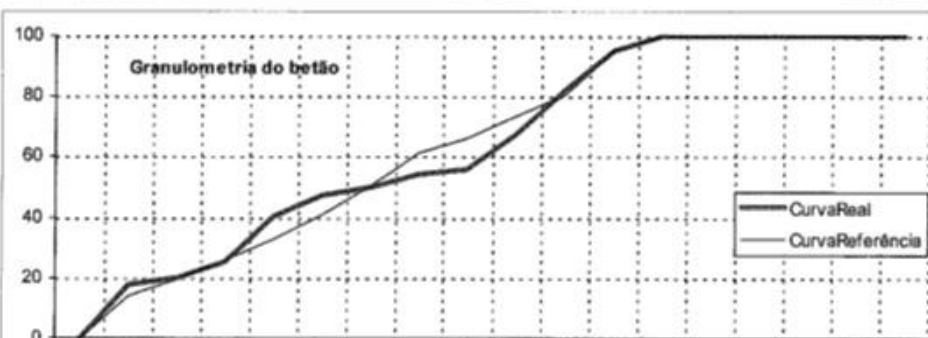
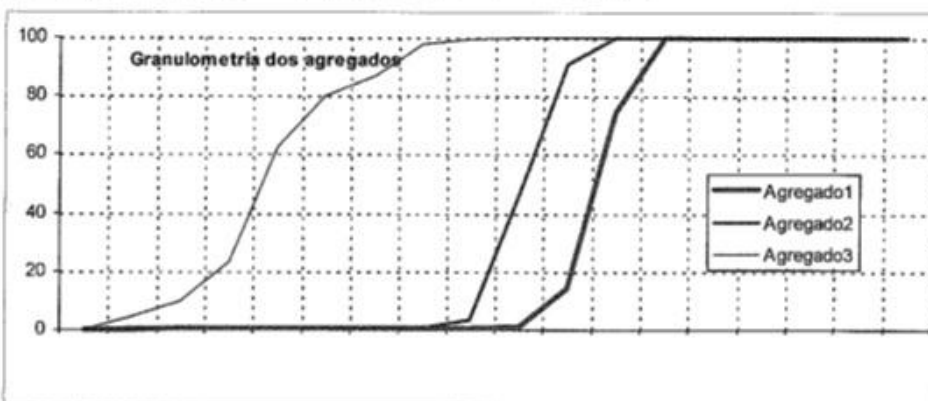
## Estudo de composição de betão

|                 |                      |
|-----------------|----------------------|
| nº 124238_09    | nome CEM II B-M      |
| data 2012-08-28 | família Tese Ricardo |

|                 |   |     |    |    |         |                  |      |
|-----------------|---|-----|----|----|---------|------------------|------|
| C 35 / 45 EN206 | E | Ecl | Eg | Eq | cliente | central/CP Évora | ref. |
|-----------------|---|-----|----|----|---------|------------------|------|

| componentes  | nº            | origem   | fornec.  | kg          | m.v. | vol          | % sol    | dmax         | granulometria (%) |
|--------------|---------------|----------|----------|-------------|------|--------------|----------|--------------|-------------------|
| ag.1         | Brita 2 11/22 | 416      | Bencatel | Bencapo     | 498  | 2730         | 0,148    | 17,9%        | 21,79             |
| ag.2         | Brita 1 6/16  | 417      | Bencatel | Bencapo     | 503  | 2730         | 0,223    | 27,3%        | 13,09             |
| ag.3         | Pó/AF 25/75   | 2012     | Bencatel | Bencapo     | 860  | 2710         | 0,318    | 39,0%        | 5,32              |
| ag.4         |               |          |          |             |      |              |          |              |                   |
| ag.5         |               |          |          |             |      |              |          |              |                   |
| cimento      | II A/L 42,5R  | Alhandra | Cimpor   | 323         | 3070 | 0,105        | 12,9%    |              |                   |
| adição.1     | Cinzas        | Sines    | EDP      | 57          | 2350 | 0,024        | 3,0%     |              |                   |
| adição.2     | Resíduos      | Évora    | IBERA    |             | 2350 |              |          |              |                   |
| água         |               |          |          | 160         |      | 0,160        |          |              |                   |
| água recicl. | % res.        | 7,5      |          |             | 1040 |              |          |              |                   |
| adjuvante.1  | Pozz 540      | %        | 0,7      | BASF        | 2,66 | 1200         | 0,002217 |              |                   |
| adjuvante.2  | Sky 548       | %        | 0,8      | BASF        | 3,04 | 1038         | 0,002929 |              |                   |
| adjuvante.3  |               | %        |          |             |      |              |          |              |                   |
| vazios       |               |          |          |             |      | 0,018        |          |              |                   |
| <b>total</b> |               |          |          | <b>2416</b> |      | <b>1,000</b> |          | <b>21,28</b> |                   |

|         |     |        |     |        |        |            |       |             |        |
|---------|-----|--------|-----|--------|--------|------------|-------|-------------|--------|
| 3 dias  | fcm | dias.h | fcm | abaix. | classe | curva ref. | Faury | betão       | c.ref. |
| 7 dias  |     |        |     | comp.  | S4     | A          | 37    | mód. finura | 4,000  |
| 28 dias |     |        |     | VeBe   |        | B          | 2     | a/i         | 0,421  |
| 90 dias |     |        |     | flow t |        | R/D        | 1     | erro        | 4,00%  |





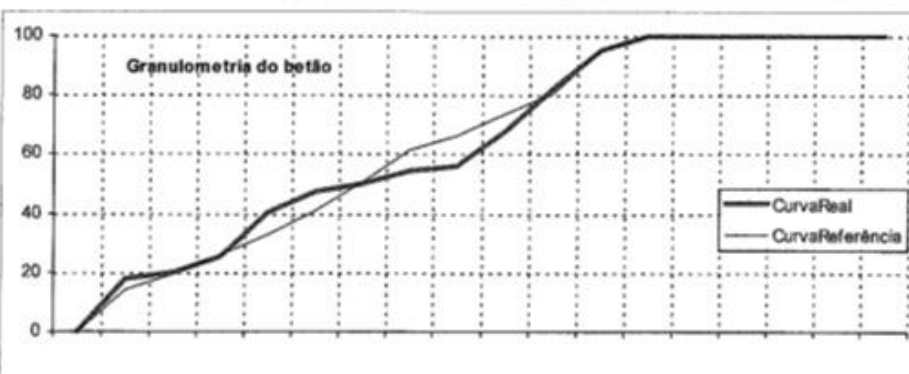
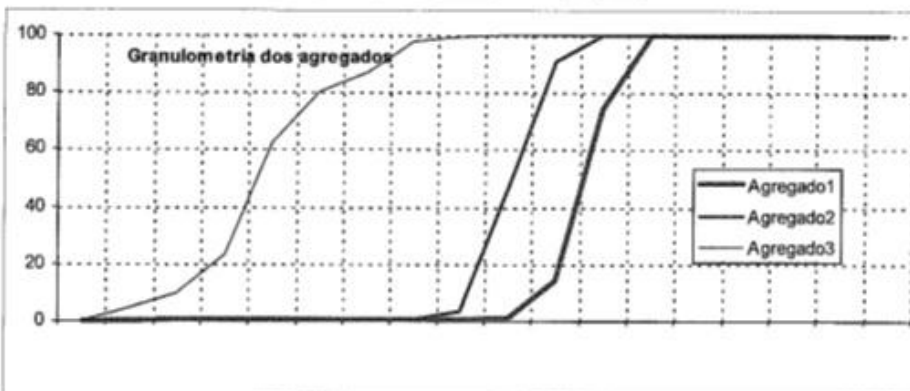
## Estudo de composição de betão

|                 |     |       |   |     |    |    |         |                  |      |                      |  |
|-----------------|-----|-------|---|-----|----|----|---------|------------------|------|----------------------|--|
| nº 124238,10    |     |       |   |     |    |    |         |                  |      | nome CEM II B-M      |  |
| data 2012-08-28 |     |       |   |     |    |    |         |                  |      | família Tese Ricardo |  |
| C/35            | /45 | EN206 | E | Ecl | Eg | Eq | cliente | central/CP Évora | ref. |                      |  |

| componentes  | nº            | origem   | fornec.  | kg      | m.v. | vol   | % sol    | dmax  | granulometria (%) |
|--------------|---------------|----------|----------|---------|------|-------|----------|-------|-------------------|
| ag.1         | Brita 2 11/22 | 416      | Bencatel | Bencapo | 498  | 2730  | 0,148    | 17,9% | 21,79             |
| ag.2         | Brita 1 6/16  | 417      | Bencatel | Bencapo | 503  | 2730  | 0,223    | 27,3% | 13,09             |
| ag.3         | Pó/AF 25/75   | 2012     | Bencatel | Bencapo | 860  | 2710  | 0,318    | 39,0% | 5,32              |
| ag.4         |               |          |          |         |      |       |          |       |                   |
| ag.5         |               |          |          |         |      |       |          |       |                   |
| cimento      | II A/L 42,5R  | Alhandra | Cimpor   | 323     | 3070 | 0,105 | 12,9%    |       |                   |
| adição.1     | Cinzas        | Sines    | EDP      | 57      | 2350 | 0,024 | 3,0%     |       |                   |
| adição.2     | Resíduos      | Évora    | IBERA    |         | 2350 |       |          |       |                   |
| água         |               |          |          | 160     |      | 0,160 |          |       |                   |
| água recicl. | % res.        | 7,5      |          |         | 1040 |       |          |       |                   |
| adjuvante.1  | Mapep R10     | %        | 0,6      | MAPEI   | 2,28 | 1119  | 0,002038 |       |                   |
| adjuvante.2  | Dynamon SX    | %        | 0,9      | MAPEI   | 3,42 | 1060  | 0,003226 |       |                   |
| adjuvante.3  |               | %        |          |         |      |       |          |       |                   |
| vazios       |               |          |          |         |      | 0,018 |          |       |                   |
| total        |               |          |          | 2416    |      | 1,000 |          | 21,28 |                   |

|         |        |     |        |            |       |
|---------|--------|-----|--------|------------|-------|
| fcm     | dias,h | fcm | classe | curva ref. | Faury |
| 3 dias  |        |     | S4     | A          | 37    |
| 7 dias  |        |     | abaix  | B          | 2     |
| 28 dias |        |     | comp   | R/D        | 1     |
| 90 dias |        |     | VeBe   |            |       |
|         |        |     | flow t |            |       |

|             |        |
|-------------|--------|
| betão       | c.ref. |
| mód. finura | 4,000  |
| a/f         | 0,421  |
| erro        | 4,00%  |









## AMASSADURA LABORATORIAL

Nº. 306

Estudo: TESE - R. MARIAS

Data: 28 / 08 / 2012

Pedido por: R. MARIAS

Produto: D380 . 54 . 720 (75% AF + 25% PP)

## CONSTITUÍNTES

| MATERIAL          | Nº. | DESIGNAÇÃO      | ORIGEM   | FORNECEDOR | OBS. |
|-------------------|-----|-----------------|----------|------------|------|
| BRITA             |     | BRITAZ          | BRITAZ   | BRITAZ     |      |
| BRITA             |     | BRITA 1         | "        | "          |      |
| AREIA             |     | AREIA BRANCA    | "        | "          |      |
| AREIA             |     | AREIA FINA      | Sesimbon | SULINAR    |      |
| CIMENTO           |     | II/A 42,5 R     |          | Cimbon     |      |
| ADIÇÃO            |     | CINZAS VOLANTES |          | EDP        |      |
| ADJUVANTE - 1.1 % | 1   | Viscolac 3ms    |          | Sika       |      |

## AMASSADURA

Volume: 35 Litros

Hora: 13:00

Temp. Amb.: 22,2 °C

H.R.: — %

## COMPOSIÇÃO

| MATERIAL                  | Kg/m³ | AMASS. (kg) | CORRIG. (kg) | Abalxamento: — mm  |
|---------------------------|-------|-------------|--------------|--|
| BRITA 2                   | 498   | 17,330      |              | <input checked="" type="checkbox"/> Verdadeiro <input type="checkbox"/> Deformado                      |
| BRITA 1                   | 503   | 17,605      |              | Deslize:   |
| AREIA BRANCA              | 215   | 7,525       |              | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |
| AREIA FINA                | 645   | 22,575      |              | Tipo de compactação  |
|                           |       |             |              | <input checked="" type="checkbox"/> Vibração <input type="checkbox"/> Manual                           |
| CIMENTO                   | 323   | 11,305      |              | Tipo de cura:  |
| ADIÇÃO                    | 52    | 1,995       |              | <input checked="" type="checkbox"/> Água <input type="checkbox"/> —                                    |
| ADJUVANTE                 | 4,12  | 0,146       |              | Temperatura Betão: 26,8 °C   |
| ÁGUA                      | 150   | 5,25        | + 0,850      | Aspecto do betão:  |
|                           |       |             |              | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |
| Absorção considerada l/m³ |       |             |              |  |

| Moldo Nº. | Provete Nº. | Data Ensaio | Idade (dias) | Secção (mm²) | Massa (kg) | ENSAIO DE COMPRESSÃO |              |       |   | Rótura |  |
|-----------|-------------|-------------|--------------|--------------|------------|----------------------|--------------|-------|---|--------|--|
|           |             |             |              |              |            | Força (kN)           | Tensão (MPa) | Média |   |        |  |
| 124       | 7381        | 28/08/2012  | 1            | 22,50        | 7,998      | 627                  | 27,9         | 28,10 | X |        |  |
| 912       | 7382        | 28/08/2012  | 1            | "            | 7,048      | 636                  | 28,3         |       | X |        |  |
| 133       | 7383        | 28/08/2012  | 3            | "            | 8,023      | 806                  | 35,80        | 35,80 | X |        |  |
| 135       | 7384        | 28/08/2012  | 7            | "            | 8,871      | 828                  | 36,80        | 37,20 | X |        |  |
| 155       | 7385        | 28/08/2012  | 7            | "            | 8,066      | 845                  | 32,50        |       | X |        |  |
| 917       | 7386        | 28/08/2012  | 28           | "            | 8,104      | 1131                 | 50,30        | 42,40 | X |        |  |
| 943       | 7387        | 28/08/2012  | 28           | "            | 8,137      | 1089                 | 48,40        |       | X |        |  |

## Observações:

SLUMP (0 min) = 210 mm

SLUMP (45 min) = 130 mm

SLUMP (90 min) = 0 mm

TARAC = 5,30%

Resp. Técnico:

NORMAS DE REFERÊNCIA: NP EN 12350-1; NP EN 12350-2; NP EN 12350-3; NP EN 12390-3

LAB.D2.2



## Estudo de composição de betão

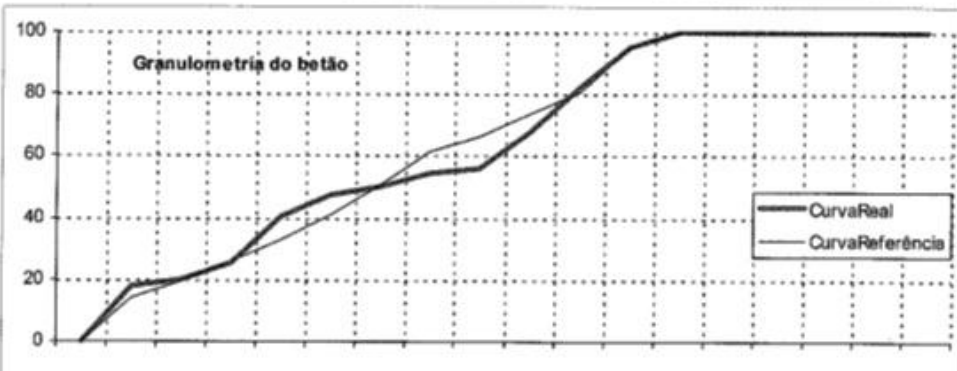
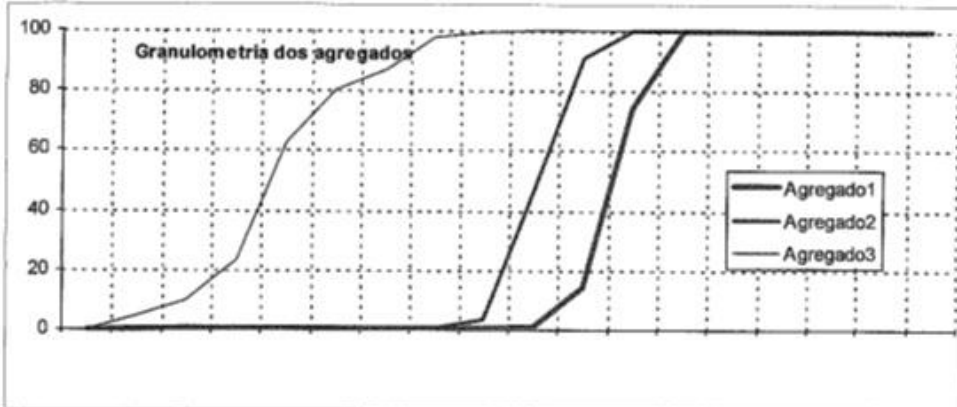
|                 |  |   |     |    |    |         |  |                  |  |                      |  |
|-----------------|--|---|-----|----|----|---------|--|------------------|--|----------------------|--|
| nº 124238,12    |  |   |     |    |    |         |  |                  |  | nome CEM II B-M      |  |
| data 2012-08-28 |  |   |     |    |    |         |  |                  |  | família Tese Ricardo |  |
| C 35 /f45 EN206 |  | E | Ecl | Eg | Eq | cliente |  | central CP Évora |  | ref.                 |  |

| componentes  | nº            | origem   | fornec.  | kg      | m.v. | vol   | % sol    | dmax  |
|--------------|---------------|----------|----------|---------|------|-------|----------|-------|
| ag.1         | Brita 2 11/22 | 416      | Bencatel | Bencapo | 498  | 2730  | 0,146    | 17,9% |
| ag.2         | Brita 1 6/16  | 417      | Bencatel | Bencapo | 503  | 2730  | 0,223    | 27,3% |
| ag.3         | Pó/AF 25/75   | 2012     | Bencatel | Bencapo | 860  | 2710  | 0,319    | 39,0% |
| ag.4         |               |          |          |         |      |       |          |       |
| ag.5         |               |          |          |         |      |       |          |       |
| cimento      | II A/L 42,5R  | Alhandra | Cimpor   | 323     | 3070 | 0,105 | 12,9%    |       |
| adição.1     | Cinzas        | Sines    | EDP      | 57      | 2350 | 0,024 | 3,0%     |       |
| adição.2     | Resíduos      | Évora    | IBERA    |         | 2350 |       |          |       |
| água         |               |          |          | 160     |      |       | 0,160    |       |
| água recicl. | % res.        | 7,5      |          |         | 1040 |       |          |       |
| adjuvante.1  | Viscocrete    | %        | 1,1      | SIKA    | 4,18 | 1050  | 0,003981 |       |
| adjuvante.2  |               | %        |          |         |      |       |          |       |
| adjuvante.3  |               | %        |          |         |      |       |          |       |
| vazios       |               |          |          |         |      |       | 0,018    |       |
| total        |               |          |          | 2418    |      | 1,000 |          | 21,28 |

| granulometria (%) |                   |
|-------------------|-------------------|
| 6"                | 150,0 100,0 100,0 |
| 4"                | 100,0 100,0 100,0 |
| 3"                | 75,0 100,0 100,0  |
| 2"                | 50,0 100,0 100,0  |
| 1 1/2"            | 37,5 100,0 100,0  |
| 1"                | 25,0 100,0 100,0  |
| 3/4"              | 19,0 95,4 95,1    |
| 1/2"              | 12,5 82,2 80,9    |
| 3/8"              | 9,50 67,8 73,8    |
| 1/4"              | 6,30 55,7 66,2    |
| n. 4              | 4,75 54,1 61,4    |
| n. 8              | 2,36 50,0 50,4    |
| n. 16             | 1,18 47,4 41,0    |
| n. 30             | 0,600 40,3 33,0   |
| n. 50             | 0,300 25,2 25,8   |
| n. 100            | 0,150 19,8 19,6   |
| n. 200            | 0,075 17,7 14,1   |

|         |     |         |     |        |            |      |
|---------|-----|---------|-----|--------|------------|------|
| 3 dias  | fcm | dias, h | fcm | classe | curva ref. | Fauy |
| 7 dias  |     |         |     | S4     | A          | 37   |
| 28 dias |     |         |     | abaix  | B          | 2    |
| 90 dias |     |         |     | comp.  | R/D        | 1    |
|         |     |         |     | VeBe   |            |      |
|         |     |         |     | flow t |            |      |

|             |       |             |
|-------------|-------|-------------|
| mód. finura | betão | c.ref.      |
| a/f         | 0,421 | erro: 3,99% |







# AMASSADURA LABORATORIAL

Nº. 291

Estudo: Tese R. M. A. S.

Data: 01 / 08 / 2012

Pedido por: R. M. A. S. Produto: 320.54.320 (0% AF + 100% FP)

## CONSTITUÍNTES

| MATERIAL          | Nº. | DESIGNAÇÃO      | ORIGEM   | FORNECEDOR | OBS. |
|-------------------|-----|-----------------|----------|------------|------|
| BRITA             |     | BRITA 1         | BONAFIL  | BONAFIL    |      |
| BRITA             |     | BRITA 2         | "        | "          |      |
| AREIA             |     | AREIA BRUTA     | "        | "          |      |
| AREIA             |     | AREIA FINA      | SUSIMBIA | SUSIMBIA   |      |
| CIMENTO           |     | II/A-L 42,5R    |          | CIMFOR     |      |
| ADICÇÃO           |     | CINZAS VOLANTES |          | FOP        |      |
| ADJUVANTE - 1,2 % |     | OPTIMA 225      |          | CHRYSO     |      |

## AMASSADURA

Volume: 35 Litros Hora: 15:27 Temp. Amb.: 31,3 °C H.R.: %

## COMPOSIÇÃO

| MATERIAL    | Kg/m³ | AMASS. (kg) | CORRIG. (kg) | Abalçamento: mm  |
|-------------|-------|-------------|--------------|--|
| BRITA 2     | 448   | 12,430      |              | <input checked="" type="checkbox"/> Verdadeiro <input type="checkbox"/> Deformado                      |
| BRITA 1     | 525   | 12,375      |              | Deslize:   |
| AREIA Bruta | 860   | 30,100      |              | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |
| AREIA Fina  |       |             |              | Tipo de compactação  |
|             |       |             |              | <input checked="" type="checkbox"/> Vibração <input type="checkbox"/> Manual                           |
| CIMENTO     | 323   | 11,305      |              | Tipo de cura:  |
| ADICÇÃO     | 57    | 1,995       |              | <input checked="" type="checkbox"/> Água <input type="checkbox"/>                                      |
| ADJUVANTE 1 | 4,56  | 0,160       |              | Temperatura Betão: 22,9 °C   |
| ÁGUA        | 150   | 5,25        | + 1,500      | Aspecto do betão:  |
|             |       |             |              | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |

Absorção considerada 1/m³

| Molde Nº. | Proveito Nº. | Data Ensaio | Idade (dias) | Secção (mm²) | Massa (kg) | ENSAIO DE COMPRESSÃO |              |       |  | Rotura |    |
|-----------|--------------|-------------|--------------|--------------|------------|----------------------|--------------|-------|--|--------|----|
|           |              |             |              |              |            | Força (kN)           | Tensão (MPa) | Média |  | S      | NS |
| 104       | 7283         | 02/08/2012  | 1            | 22500        | 8,097      | 665                  | 29,5         | 31,10 |  | X      |    |
| 940       | 7285         |             | "            | "            | 8,164      | 737                  | 32,7         |       |  | X      |    |
| 911       | 7290         |             | 3            | "            | 8,230      | 686                  | 30,5         |       |  | X      |    |
| 943       | 7291         | 07/08/2012  | 7            | "            | 8,190      | 863                  | 38,4         | 37,50 |  | X      |    |
| 135       | 7292         |             | "            | "            | 8,150      | 823                  | 36,6         |       |  | X      |    |
| 901       | 7293         |             | "            | "            | 8,250      | 1021                 | 45,4         |       |  | X      |    |
| 155       | 7294         | 20/08/2012  | 28           | "            | 8,120      | 1001                 | 44,5         | 45,00 |  | X      |    |

## Observações:

SUMP (20 min) = 220 mm

SUMP (45 min) = 170 mm

SUMP (90 min) = 80 mm

TEMP. AM = 3,4 °C

Resp. Técnico

NORMAS DE REFERÊNCIA: NP EN 12350-1; NP EN 12350-2; NP EN 12390-2; NP EN 12390-3

LAB.02.2

## Estudo de composição de betão

|                 |  |   |     |    |    |         |  |                  |  |                      |  |
|-----------------|--|---|-----|----|----|---------|--|------------------|--|----------------------|--|
| nº 124238.05    |  |   |     |    |    |         |  |                  |  | nome CEM II B-M      |  |
| data 2012-08-01 |  |   |     |    |    |         |  |                  |  | família Tese Ricardo |  |
| C/35 /45 EN206  |  | E | Ecl | Eg | Eq | cliente |  | central CP Évora |  | ref.                 |  |

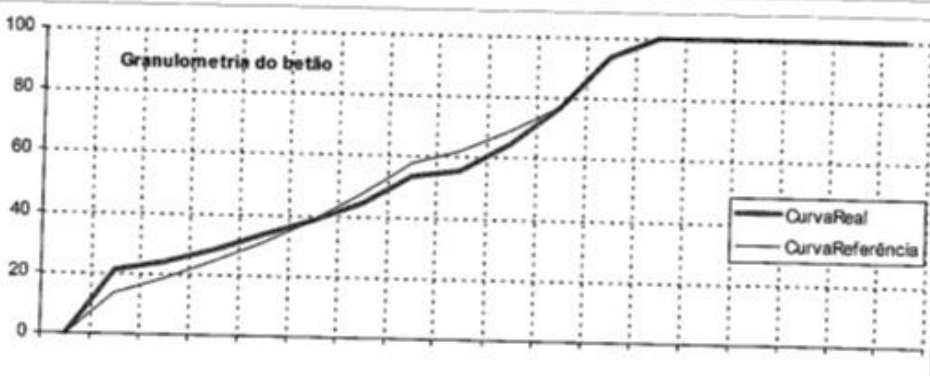
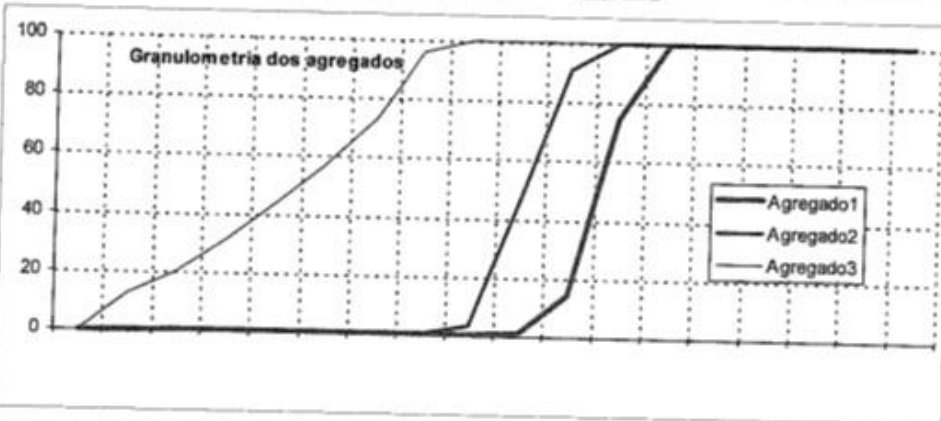
| componentes  | nº            | origem   | fornec.  | kg      | m.v. | vol   | % sol    | dmax  |       |
|--------------|---------------|----------|----------|---------|------|-------|----------|-------|-------|
| ag.1         | Brita 2 11/22 | 416      | Bencatel | Bencapo | 498  | 2730  | 0,200    | 24,5% | 21,79 |
| ag.2         | Brita 1 6/16  | 417      | Bencatel | Bencapo | 525  | 2730  | 0,170    | 20,8% | 13,09 |
| ag.3         | Pó de Pedra   | 1071     | Bencatel | Bencapo | 860  | 2720  | 0,318    | 38,8% | 5,19  |
| ag.4         |               |          |          |         |      |       |          |       |       |
| ag.5         |               |          |          |         |      |       |          |       |       |
| cimento      | II A/L 42,5R  | Alhandra | Cimpor   | 323     | 3070 | 0,105 | 12,9%    |       |       |
| adição.1     | Cinzas        | Sines    | EDP      | 57      | 2350 | 0,024 | 3,0%     |       |       |
| adição.2     | Resíduos      | Evora    | IBERA    |         | 2350 |       |          |       |       |
| água         |               |          |          | 160     |      | 0,160 |          |       |       |
| água recicl. | % res.        | 7,5      |          |         | 1040 |       |          |       |       |
| adjuvante.1  | Opt 225       | %        | 1,2      | CHRYL   | 4,56 | 1060  | 0,004302 |       |       |
| adjuvante.2  |               | %        |          |         |      |       |          |       |       |
| adjuvante.3  |               | %        |          |         |      |       |          |       |       |
| vazios       |               |          |          |         |      |       | 0,018    |       |       |
| <b>total</b> |               |          |          | 2421    |      | 1,000 |          | 21,48 |       |

| granulometria (%) | 6"    | 4"    | 3"    | 2"    | 1 1/2" | 1"    | 3/4" | 1/2" | 3/8" | 1/4" | n. 4 | n. 8 | n. 16 | n. 30 | n. 50 | n. 100 | n. 200 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 150,0             | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0 | 93,7 | 77,1 | 64,7 | 55,4 | 53,3 | 44,3 | 39,1  | 33,1  | 28,2  | 23,7   | 20,7   |
| 100,0             | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0 | 94,0 | 76,8 | 69,0 | 61,9 | 57,3 | 47,1 | 38,3  | 30,8  | 24,1  | 18,3   | 13,2   |

|        |        |         |         |     |        |     |        |       |       |      |        |
|--------|--------|---------|---------|-----|--------|-----|--------|-------|-------|------|--------|
| 3 dias | 7 dias | 28 dias | 90 dias | fcm | dias h | fcm | classe | abaix | comp. | VeBe | flow t |
|        |        |         |         |     |        |     | S4     |       |       |      |        |

|            |      |   |    |   |   |     |   |
|------------|------|---|----|---|---|-----|---|
| curva ref. | Fauy | A | 32 | B | 2 | R/D | 1 |
|------------|------|---|----|---|---|-----|---|

|       |        |             |       |       |     |       |      |       |
|-------|--------|-------------|-------|-------|-----|-------|------|-------|
| betão | c.ref. | mód. finura | 4,210 | 4,210 | a/l | 0,421 | erro | 3,44% |
|-------|--------|-------------|-------|-------|-----|-------|------|-------|





IBERA

## AMASSADURA LABORATORIAL

Nº. 228

Estudo: Tese R. Matias

Data: 05 / 06 / 2012

Pedido por: R. Matias

Produto: 3320-54-320 (0% AF + 100% 1P)

## CONSTITUÍNTES

| MATERIAL          | Nº. | DESIGNAÇÃO       | ORIGEM    | FORNECEDOR | OBS. |
|-------------------|-----|------------------|-----------|------------|------|
| BRITA             |     | BRITA 1          | BENEFEL   | BENEFEL    |      |
| BRITA             |     | BRITA 2          | "         | "          |      |
| AREIA             |     | AREIA BRANCA     | "         | "          |      |
| AREIA             |     | AREIA FINA       | SESIMBROS | SULINORTE  |      |
| CIMENTO           |     | P.C. 42,5 R      |           | Cimpor     |      |
| ADICÇÃO           |     | CINTAS VOLANTES  |           | POP        |      |
| ADJUVANTE - 0,3 % | 1   | POZZOMIX 510     |           | BASF       |      |
| 0,3 %             | 2   | ULTECH SKYSHIELD |           | BASF       |      |

## AMASSADURA

Volume: 35 Litros

Hora: 15:32

Temp. Amb.: 23,2 °C

H.R.: — %

## COMPOSIÇÃO

| MATERIAL                        | Kg/m³ | AMASS. (kg) | CORRIG. (kg) | Abaixamento: _____ mm  |
|---------------------------------|-------|-------------|--------------|--|
| BRITA 2                         | 498   | 12,430      |              | <input checked="" type="checkbox"/> Verdadeiro <input type="checkbox"/> Deformado                      |
| BRITA 1                         | 525   | 18,375      |              | Deslize:   |
| AREIA Branca                    | 860   | 30,100      |              | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |
| AREIA Fina                      | —     | —           |              | Tipo de compactação  |
|                                 |       |             |              | <input checked="" type="checkbox"/> Vibração <input type="checkbox"/> Manual                           |
| CIMENTO                         | 323   | 11,305      |              | Tipo de cura:  |
| ADICÇÃO                         | 57    | 1,995       |              | <input checked="" type="checkbox"/> Água <input type="checkbox"/> _____                                |
| ADJUVANTE 1                     | 2,66  | 0,093       |              | Temperatura Betão: 31,3 °C   |
| 2                               | 3,04  | 0,106       |              | Aspecto do betão:  |
| ÁGUA                            | 150   | 5,25        | + 2,350      | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |
| Absorção considerada _____ l/m³ |       |             |              |  |

| Molde Nº. | Proveta Nº. | Data Ensaio | Idade (dias) | Secção (mm²) | Massa (kg) | ENSAIO DE COMPRESSÃO |              |       |  | Rotura |    |
|-----------|-------------|-------------|--------------|--------------|------------|----------------------|--------------|-------|--|--------|----|
|           |             |             |              |              |            | Força (kN)           | Tensão (MPa) | Média |  | S      | NS |
| 939       | 6977        | 05/06/12    | 1            | 2250         | 8,100      | 493                  | 21,90        | 22,10 |  | X      |    |
| 106       | 6978        | 05/06/12    | 1            | "            | 8,120      | 501                  | 22,30        |       |  | X      |    |
| 907       | 6979        | 05/06/12    | 3            | "            | 8,150      | 711                  | 31,6         | 31,60 |  | X      |    |
| 141       | 6980        | 12/06/12    | 7            | "            | 8,090      | 802                  | 35,60        |       |  | X      |    |
| 908       | 6981        | 12/06/12    | 7            | "            | 8,160      | 794                  | 35,30        | 35,50 |  | X      |    |
| 916       | 6982        | 05/06/12    | 28           | "            | 8,177      | 926                  | 41,20        |       |  | X      |    |
| 103       | 6983        | 05/06/12    | 28           | "            | 8,150      | 867                  | 38,50        | 39,90 |  | X      |    |

## Observações:

SLUMP (30 min) = 215 mm

SLUMP (30 min) = 205 mm

SLUMP (30 min) = 50 mm

TEMP. AM = 1,8 °C

Resp. Técnico

NORMAS DE REFERÊNCIA: NP EN 12350-1; NP EN 12350-2; NP EN 12350-3

LAB.02.2

## Estudo de composição de betão

nº 124238,06

nome: CEM II B-M

data: 2012-06-05

família: Tese Ricardo

C 35 / 45 EN206

E

Ecd

Eg

Eq

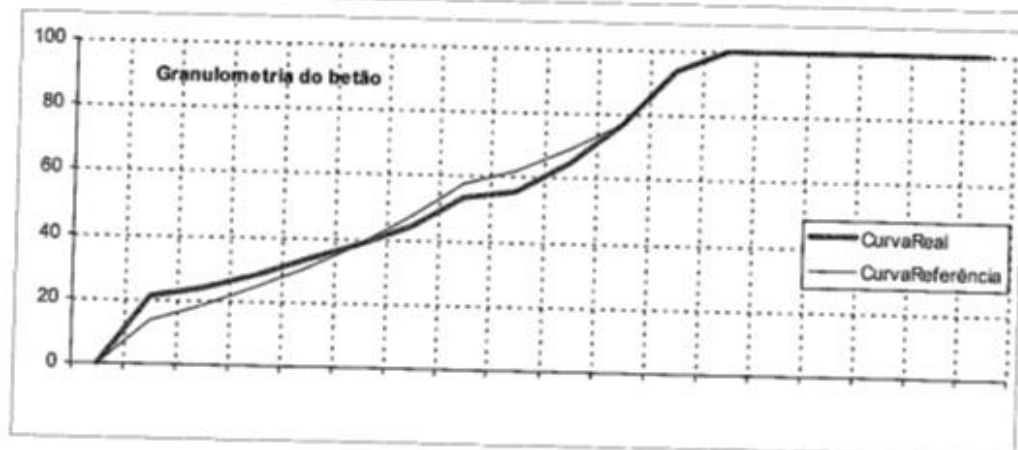
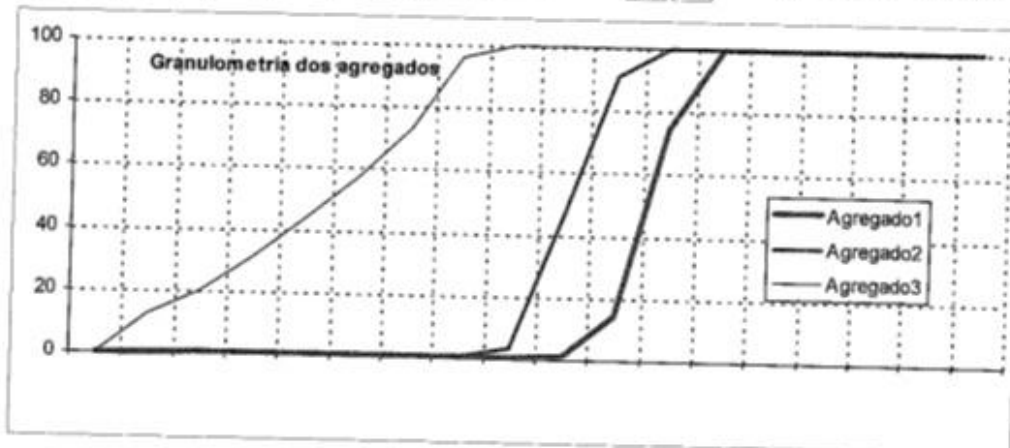
cliente:

central: CP Évora

ref:

| componentes  | nº           | origem   | fornec. | kg   | m.v. | vol   | % sol    | dmax  | granulometria (%) |       |       |
|--------------|--------------|----------|---------|------|------|-------|----------|-------|-------------------|-------|-------|
| ag.1         | 416          | Bencatel | Bencapo | 498  | 2730 | 0,200 | 24,5%    | 21,79 | 6"                | 150,0 | 100,0 |
| ag.2         | 417          | Bencatel | Bencapo | 525  | 2730 | 0,170 | 20,8%    | 13,09 | 4"                | 100,0 | 100,0 |
| ag.3         | 1071         | Bencatel | Bencapo | 860  | 2720 | 0,317 | 38,8%    | 5,19  | 3"                | 75,0  | 100,0 |
| ag.4         |              |          |         |      |      |       |          |       | 2"                | 50,0  | 100,0 |
| ag.5         |              |          |         |      |      |       |          |       | 1 1/2"            | 37,5  | 100,0 |
| cimento      | II A/L 42,5R | Alhandra | Cimpor  | 323  | 3070 | 0,105 | 12,9%    |       | 1"                | 25,0  | 100,0 |
| adição.1     | Cinzas       | Sines    | EDP     | 57   | 2350 | 0,024 | 3,0%     |       | 3/4"              | 19,0  | 93,7  |
| adição.2     | Resíduos     | Évora    | IBERA   |      | 2350 |       |          |       | 1/2"              | 12,5  | 77,1  |
| água         |              |          |         | 160  |      | 0,160 |          |       | 3/8"              | 9,50  | 64,7  |
| água recicl. | % res.       | 7,5      |         |      | 1040 |       |          |       | 1/4"              | 6,30  | 55,4  |
| adjuvante.1  | Pozz 540     | %        | 0,7     | BASF | 2,65 | 1200  | 0,002217 |       | n. 4              | 4,75  | 53,3  |
| adjuvante.2  | Sky 548      | %        | 0,8     | BASF | 3,04 | 1038  | 0,002929 |       | n. 8              | 2,36  | 44,3  |
| adjuvante.3  |              | %        |         |      |      |       |          |       | n. 16             | 1,18  | 38,1  |
| vazios       |              |          |         |      |      |       |          |       | n. 30             | 0,600 | 33,1  |
| total        |              |          |         | 2420 |      | 1,000 |          | 21,48 | n. 50             | 0,300 | 28,2  |

|         |     |         |     |        |        |            |       |             |       |            |
|---------|-----|---------|-----|--------|--------|------------|-------|-------------|-------|------------|
| 3 dias  | fcm | dias, h | fcm | abaix. | classe | curva ref. | Faury |             | betão | c.ref.     |
| 7 dias  |     |         |     | comp.  | S4     | A          | 32    | mód. finura | 4,210 | 4,210      |
| 28 dias |     |         |     | VeBe   |        | B          | 2     | ari         | 0,421 | erro 3,45% |
| 90 dias |     |         |     | flow t |        | R/D        | 1     |             |       |            |





## Estudo de composição de betão

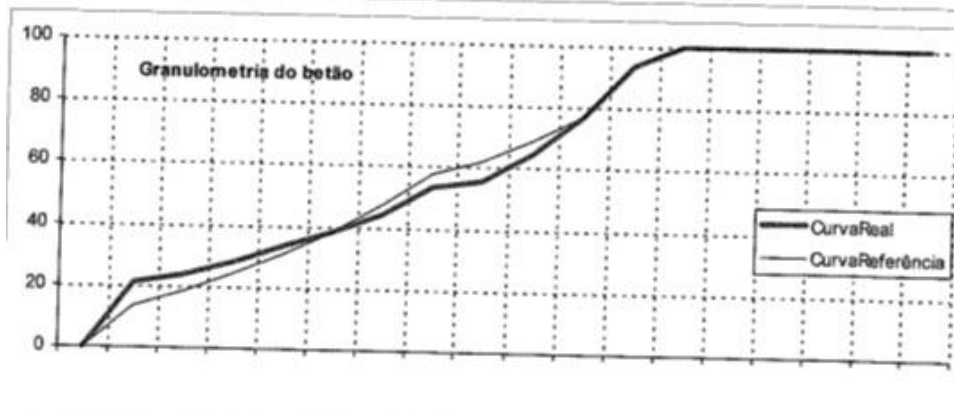
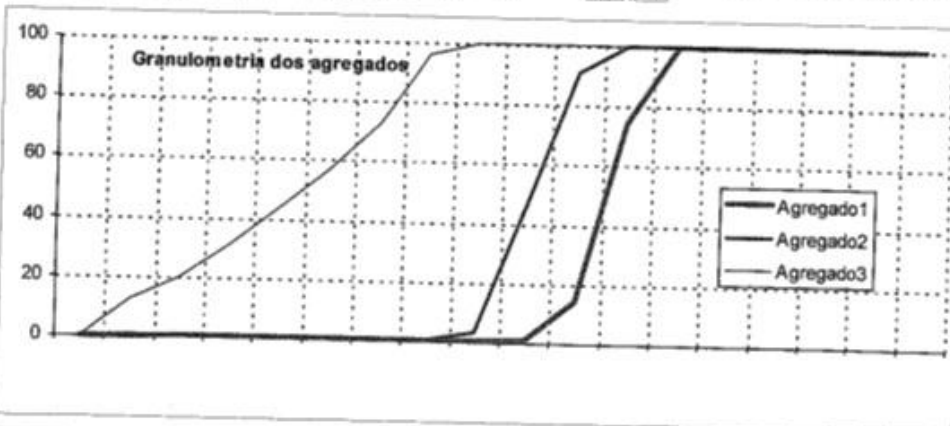
|   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| nº 124238,07      nome CEM II B-M   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| data 2012-08-01      família Tese Ricardo                                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C.35 / f.45   EN206   E   Ecl   Eg   Eq   cliente   central CP Évora   ref. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

| componentes  | nº            | origem   | fornec.  | kg      | m.v. | vol      | % sol | dmax  |
|--------------|---------------|----------|----------|---------|------|----------|-------|-------|
| ag.1         | Brita 2 11/22 | 416      | Bencatel | Bencapo | 498  | 2730     | 0,200 | 24,5% |
| ag.2         | Brita 1 6/16  | 417      | Bencatel | Bencapo | 525  | 2730     | 0,170 | 20,8% |
| ag.3         | Pó de Pedra   | 1071     | Bencatel | Bencapo | 860  | 2720     | 0,317 | 38,8% |
| ag.4         |               |          |          |         |      |          |       |       |
| ag.5         |               |          |          |         |      |          |       |       |
| cimento      | II A/L 42,5R  | Alhandra | Cimpor   | 323     | 3070 | 0,105    | 12,9% |       |
| adição.1     | Cinzas        | Sines    | EDP      | 57      | 2350 | 0,024    | 3,0%  |       |
| adição.2     | Resíduos      | Évora    | IBERA    |         | 2350 |          |       |       |
| água         |               |          |          | 160     |      | 0,160    |       |       |
| água recicl. | % res.        | 7,5      |          |         | 1040 |          |       |       |
| adjuvante.1  | Mapep R10     | % 0,6    | MAPEI    | 2,28    | 1119 | 0,002038 |       |       |
| adjuvante.2  | Dynamon SX    | % 0,9    | MAPEI    | 3,42    | 1060 | 0,003226 |       |       |
| adjuvante.3  |               | %        |          |         |      |          |       |       |
| vazios       |               |          |          |         |      | 0,018    |       |       |
| total        |               |          |          | 2419    |      | 1,000    |       | 21,48 |

| granulometria (%) | 6"    | 4"    | 3"    | 2"    | 1 1/2" | 1"    | 3/4" | 1/2" | 3/8" | 1/4" | n. 4 | n. 8 | n. 16 | n. 30 | n. 50 | n. 100 | n. 200 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|--------|
|                   | 150,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0  | 100,0 | 94,0 | 77,1 | 64,7 | 55,4 | 53,3 | 44,3 | 38,1  | 33,1  | 28,2  | 23,7   | 20,8   |

|         |     |        |     |        |        |            |       |
|---------|-----|--------|-----|--------|--------|------------|-------|
| 3 dias  | fcm | dias.h | fcm | abaix. | classe | curva ref. | Faury |
| 7 dias  |     |        |     | comp.  | S4     | A          | 32    |
| 28 dias |     |        |     | VeBe   |        | B          | 2     |
| 90 dias |     |        |     | flow t |        | R/D        | 1     |

|             |       |            |
|-------------|-------|------------|
| mód. finura | betão | c.ref.     |
| a/f         | 0,421 | erro 3,45% |





# AMASSADURA LABORATORIAL

Nº. 292

Estudo: TSE R. MATIAS

Data: 01/08/2012

Pedido por: R. MATIAS Produto: 3320.54.320 (0% AF + 10% PP)

## CONSTITUÍNTES

| MATERIAL         | Nº. | DESIGNAÇÃO      | ORIGEM   | FORNECEDOR | OBS. |
|------------------|-----|-----------------|----------|------------|------|
| BRITA            |     | BRITA 1         | BRITAFEL | BRITAFEL   |      |
| BRITA            |     | BRITA 2         | "        | "          |      |
| AREIA            |     | AREIA BRUTA     | "        | "          |      |
| AREIA            |     | AREIA FINA      | SESIMAR  | SULAMAR    |      |
| CIMENTO          |     | II/A-1 42,5R    |          | CIMPOR     |      |
| ADIÇÃO           |     | CINZAS VOLANTES |          | FDP        |      |
| ADJUVANTE - 1,1% |     | Viscocrete 3005 |          | Sika       |      |

## AMASSADURA

Volume: 35 Litros

Hora: 09:30

Temp. Amb.: 26,3 °C

H.R.: — %

## COMPOSIÇÃO

| MATERIAL                    | Kg/m³ | AMASS. (kg) | CORRIG. (kg) | Abaixamento: — mm  |
|-----------------------------|-------|-------------|--------------|--|
| BRITA 2                     | 498   | 17,430      |              | <input checked="" type="checkbox"/> Verdadeiro <input type="checkbox"/> Deformado                      |
| BRITA 1                     | 525   | 18,875      |              | Deslize:   |
| AREIA Bruta                 | 860   | 30,100      |              | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |
| AREIA Fina                  | —     | —           |              | Tipo de compactação  |
|                             |       |             |              | <input checked="" type="checkbox"/> Vibração <input type="checkbox"/> Manual                           |
| CIMENTO                     | 323   | 11,305      |              | Tipo de cura:  |
| ADIÇÃO                      | 57    | 1,995       |              | <input checked="" type="checkbox"/> Água <input type="checkbox"/> —                                    |
| ADJUVANTE                   |       |             |              | Temperatura Betão: 30,1 °C   |
| ÁGUA                        | 150   | 5,25        | + 0,100      | Aspecto do betão:  |
| Absorção considerada — l/m³ |       |             |              | <input type="checkbox"/> Mau <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Bom |

| Moldo Nº. | Provete Nº. | Data Ensaio | Idade (dias) | Secção (mm²) | Massa (kg) | ENSAIO DE COMPRESSÃO |              |       |        |
|-----------|-------------|-------------|--------------|--------------|------------|----------------------|--------------|-------|--------|
|           |             |             |              |              |            | Força (kN)           | Tensão (MPa) | Média | Rotura |
| 145       | 7295        | 02/08/2012  | 1            | 22500        | 8,180      | 880                  | 35,50        | 33,8  | X      |
| 106       | 7296        | 02/08/2012  | 1            | "            | 8,374      | 809                  | 35,90        |       | X      |
| 143       | 7297        | 04/08/2012  | 3            | "            | 8,333      | 826                  | 36,70        | 34    | X      |
| 125       | 7298        | 07/08/2012  | 7            | "            | 8,390      | 969                  | 43,10        | 37    | X      |
| 909       | 7299        | 07/08/2012  | 7            | "            | 8,320      | 915                  | 40,7         |       | X      |
| 119       | 7300        | 22/08/2012  | 28           | "            | 8,390      | 1090                 | 43,4         | 46,50 | X      |
| 103       | 7301        | 22/08/2012  | 28           | "            | 8,310      | 982                  | 43,6         |       | X      |

## Observações:

SLUMP (30 min) = 205

SLUMP (45 min) = 0

SLUMP (90 min) = 0

Tem. ar = 25,7

Resp. Técnico *ms*

NORMAS DE REFERÊNCIA: NP EN 12350-1; NP EN 12350-2; NP EN 12390-2; NP EN 12390-3

LAB.02.2

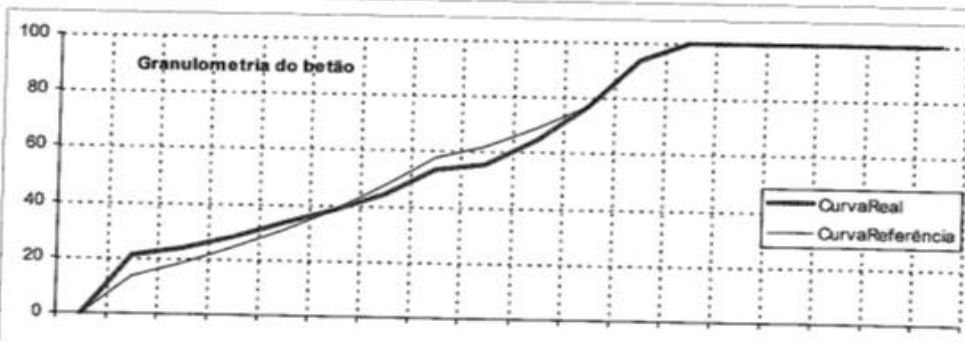
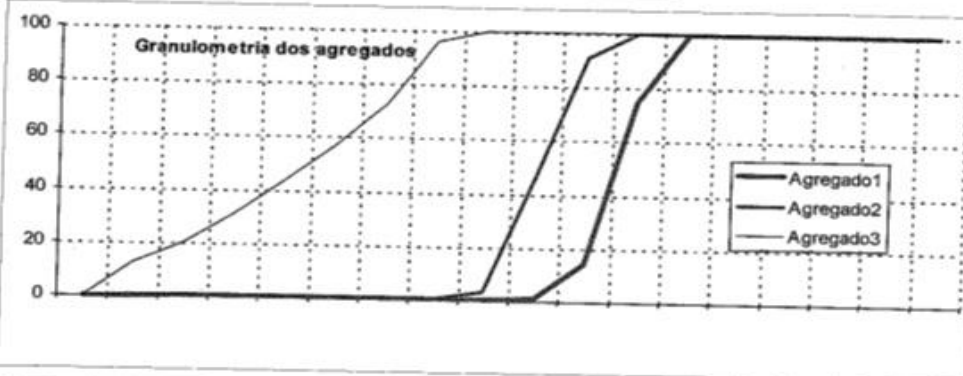


## Estudo de composição de betão

|                  |  |   |     |    |    |         |                  |  |      |                      |  |
|------------------|--|---|-----|----|----|---------|------------------|--|------|----------------------|--|
| nº 124238,08     |  |   |     |    |    |         |                  |  |      | nome CEM II B-M      |  |
| data 2012-08-01  |  |   |     |    |    |         |                  |  |      | família Tese Ricardo |  |
| C/35 /f/45 EN206 |  | E | Ecl | Eg | Eg | cliente | central CP Évora |  | ref. |                      |  |

| componentes  | nº            | origem   | fornec.  | kg      | m.v. | vol   | % sol    | dmax  |       |
|--------------|---------------|----------|----------|---------|------|-------|----------|-------|-------|
| ag.1         | Brita 2 11/22 | 416      | Bencatel | Bencapo | 498  | 2730  | 0,200    | 24,5% | 21,79 |
| ag.2         | Brita 1 6/16  | 417      | Bencatel | Bencapo | 525  | 2730  | 0,170    | 20,8% | 13,09 |
| ag.3         | Pó de Pedra   | 1071     | Bencatel | Bencapo | 860  | 2720  | 0,318    | 38,9% | 5,19  |
| ag.4         |               |          |          |         |      |       |          |       |       |
| ag.5         |               |          |          |         |      |       |          |       |       |
| cimento      | II A/L 42,5R  | Alhandra | Cimpor   | 323     | 3070 | 0,105 | 12,9%    |       |       |
| adição.1     | Cinzas        | Sines    | EDP      | 57      | 2350 | 0,024 | 3,0%     |       |       |
| adição.2     | Resíduos      | Évora    | IBERA    |         | 2350 |       |          |       |       |
| água         |               |          |          | 160     |      | 0,160 |          |       |       |
| água recicl. | % res.        | 7,5      |          |         | 1040 |       |          |       |       |
| adjuvante.1  | Viscocrete    | %        | 1,1      | SIKA    | 4,18 | 1050  | 0,003981 |       |       |
| adjuvante.2  |               | %        |          |         |      |       |          |       |       |
| adjuvante.3  |               | %        |          |         |      |       |          |       |       |
| vazios       |               |          |          |         |      |       |          |       |       |
| total        |               |          |          | 2421    |      | 1,000 |          | 21,48 |       |

| 3 dias | 7 dias | 28 dias | 90 dias | fcm | dias.h | fcm | abaix. | comp. | VeBe | flow t | classe | curva ref. | Faury | A  | B | R/D | betão | c.ref. | mód. finura | a/f   | erro  |
|--------|--------|---------|---------|-----|--------|-----|--------|-------|------|--------|--------|------------|-------|----|---|-----|-------|--------|-------------|-------|-------|
|        |        |         |         |     |        |     |        |       |      |        | S4     |            |       | 32 | 2 | 1   |       |        | 4,210       | 4,210 | 3,44% |





## **ANEXO H**

### CERTIFICADO DA PRENSA DE COMPRESSÃO

# ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DAS EMPRESAS DE BETÃO PRONT



Sede e Unidade Laboratorial de Lisboa:  
Av.ª Conselheiro Barjona de Freitas, 10 A - 1500-204 LISBOA  
Tel.: 21 778 53 65, 21 774 19 25, 21 774 19 32 - Fax.: 21 778 58 39

LABORATÓRIO DE METROLOGIA



## RELATÓRIO DE ENSAIO

Certificado N.º LPT 028/12

Data de emissão: 2012.03.21

Requerente: Ibera, Indústria de Betão, S.A.

Endereço: Qta da Madeira - E.N. 114 - Km 85 Apartado 424, 7006-805 ÉVORA

Localização do instrumento: Instalações do Cliente em Évora

Instrumento: Máquina de ensaio à compressão (N.º Inventário: PRC001)

Estado do equipamento: Usado

|              | Máquina  | Dispositivo indicador |
|--------------|----------|-----------------------|
| Fabricante   | Tridente | ---                   |
| Modelo       | SCP3000  | ---                   |
| N.º de série | SCP0209  | ---                   |

27.03.2012  
20.12.2012  
Guilherme  
Está conforme

Temperatura: 18 °C Humidade relativa: 38 % Data de execução: 2012.03.21

Observações: ---

A máquina de ensaio foi ensaiada no parâmetros de planura de pratos e taxa de aplicação da força de compressão, de acordo com o Procedimento APEB PT 12 (Ed.02 de 2011.11.24), através de um conjunto de padrões com a seguinte rastreabilidade:

Régua biselada de grau 0 (RBL 01M) - calibrada no ISQ- LABMETRO (certificado n.º CDIM 812 / 11)

Verificador de folgas (APF 06 M) - rastreada ao ISQ (certificado do micrómetro : CDIM 6869 / 10)

Cronómetro digital (CRN 01 M) - rastreada ao ISQ (certificado CELE 3104 / 10)

\*A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão  $k=2$  (excepto no(s) caso(s) assinalado(s)), o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA - 04 / 02\*.

O Chefe do Laboratório

Rui Simões

O Director de Serviços Laboratoriais

João André

Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na íntegra.  
O resultado das medições referem-se exclusivamente ao instrumento de medição ensaiado.  
Página 1 de 2 do Relatório de Ensaio N.º LPT 028/12

1077-01-01

# ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DAS EMPRESAS DE BETÃO PRÉ



Sede e Unidade Laboratorial de Lisboa:  
Av.ª Conselheiro Barjona de Freitas, 10 A - 1500-204 LISBOA  
Tel.: 21 778 53 65, 21 774 19 25, 21 774 19 32 - Fax.: 21 778 58 39

## LABORATÓRIO DE METROLOGIA



### 1. Resultados da avaliação da planura dos pratos da máquina

| Local                   | Resultado |
|-------------------------|-----------|
| Prato superior          | < 0,03 mm |
| Prato inferior (ESP001) | < 0,03 mm |

### 2. Resultados do ensaio de verificação da taxa de incremento da carga

| Valor médio da força lida (kN) | Tempo (s) | Taxa de Aplicação da Carga (kN / s) | U exp (kN / s) |
|--------------------------------|-----------|-------------------------------------|----------------|
| 601,2                          | 51,59     | 11,65                               | 0,19           |
| 1201,3                         | 98,91     | 12,15                               | 0,16           |
| 1801,1                         | 147,03    | 12,25                               | 0,13           |

Os valores foram obtidos programando a velocidade de incremento da carga da máquina para 13,5 kN/s.

Os resultados obtidos resultam da diferença entre o valor lido subtraído de 100 kN (carga inicial não considerada).

*[Handwritten signature]*

Este Relatório só pode ser reproduzido na íntegra.

O resultado das medições referem-se exclusivamente ao instrumento de medição ensaiado.

Página 2 de 2 do Relatório de Ensaio N.º LPT 028/12

# ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DAS EMPRESAS DE BETÃO PRON



Sede e Unidade Laboratorial de Lisboa:  
Av.ª Conselheiro Barjona de Freitas, 10 A - 1500-204 LISBOA  
Tel.: 21 778 53 65, 21 774 19 25, 21 774 19 32 - Fax.: 21 778 58 39

LABORATÓRIO DE METROLOGIA



## CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Certificado N.º LPC 0053/12 Data de emissão: 2012.03.05

Requerente: Ibera, Indústria de Betão, S.A.

Endereço: Qta da Madeira - E.N. 114 - Km 85 Apartado 424, 7006-805 EVORA

Localização do Instrumento: Instalações do Cliente em Évora

Instrumento: Máquina de ensaio à compressão (N.º Inventário: PRC001)

Estado do equipamento: Usado

|              | Máquina  | Dispositivo indicador |
|--------------|----------|-----------------------|
| Fabricante   | Tridente | ---                   |
| Modelo       | SCP3000  | ---                   |
| N.º de série | SCP0209  | ---                   |

Alcance Escala 1: 3000 kN Divisão: 0,1 kN Gama de medição: 300 a 3000 kN

Temperatura: 14 °C Humidade relativa: 67 % Data de execução: 2012.03.01

Observações: Não foram realizadas medições relativas à reversibilidade da máquina de ensaio.

A máquina de ensaio foi calibrada, no modo à compressão, de acordo com o Procedimento de Calibração APEB PT 01 (Ed.09 de 2008-06-05), através de um padrão com a seguinte rastreabilidade:

\*A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão  $k=2$  (excepto no(s) caso(s) assinalado(s)), o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA - 04 / 02\*.

O Chefe do Laboratório

Rui Simões

O Director de Serviços Laboratoriais

João André

Este certificado só pode ser reproduzido na íntegra.  
O resultado das medições referem-se exclusivamente ao instrumento de medição calibrado.  
Página 1 de 2 do Certificado de Calibração N.º LPC 0053/12

# ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DAS EMPRESAS DE BETÃO PRONT



Sede e Unidade Laboratorial de Lisboa:  
Av.ª Conselheiro Barjona de Freitas, 10 A - 1500-204 LISBOA  
Tel.: 21 778 53 65, 21 774 19 25, 21 774 19 32 - Fax.: 21 778 58 39

LABORATÓRIO DE METROLOGIA



## 1. Resultados da calibração (Escala 1)

| FORÇA LIDA NO EQUIPAMENTO (kN) | FORÇA LIDA NO PADRÃO (kN) | ERRO (kN) | INCERTEZA EXPANDIDA $\pm$ (%) |
|--------------------------------|---------------------------|-----------|-------------------------------|
| 300,0                          | 300,6                     | -0,6      | 0,50                          |
| 600,0                          | 600,3                     | -0,3      | 0,30                          |
| 900,0                          | 899,9                     | 0,1       | 0,30                          |
| 1200,0                         | 1199,6                    | 0,4       | 0,25                          |
| 1500,0                         | 1501,2                    | -1,2      | 0,25                          |
| 1800,0                         | 1804,2                    | -4,2      | 0,25                          |
| 2100,0                         | 2102,7                    | -2,7      | 0,25                          |
| 2400,0                         | 2403,9                    | -3,9      | 0,25                          |
| 2700,0                         | 2704,4                    | -4,4      | 0,26                          |
| 3000,0                         | 3001,2                    | -1,2      | 0,25                          |

## 2. Classificação da máquina de ensaio de acordo com a NP EN 12390-4

| FORÇA LIDA NO EQUIPAMENTO (kN) | ERROS DO SISTEMA DE FORÇA |       |       |                    |                    |
|--------------------------------|---------------------------|-------|-------|--------------------|--------------------|
|                                | q (%)                     | b (%) | a (%) | q <sub>c</sub> (%) | f <sub>0</sub> (%) |
| 300,0                          | -0,20                     | 0,10  | 0,03  | ---                | 0,00               |
| 600,0                          | -0,05                     | 0,05  | 0,02  | ---                |                    |
| 900,0                          | 0,01                      | 0,05  | 0,01  | ---                |                    |
| 1200,0                         | 0,03                      | 0,09  | 0,01  | ---                |                    |
| 1500,0                         | -0,08                     | 0,02  | 0,01  | ---                |                    |
| 1800,0                         | -0,23                     | 0,07  | 0,01  | ---                |                    |
| 2100,0                         | -0,13                     | 0,08  | 0,00  | ---                |                    |
| 2400,0                         | -0,16                     | 0,03  | 0,00  | ---                |                    |
| 2700,0                         | -0,16                     | 0,11  | 0,00  | ---                |                    |
| 3000,0                         | -0,04                     | 0,05  | 0,00  | ---                |                    |

| Gama de Medição | Classe |
|-----------------|--------|
| 300 a 3000 (kN) | 1      |

q - erro relativo da exactidão do aparelho indicador da máquina de ensaio

b - erro relativo da repetibilidade do sistema de medição de força da máquina de ensaio

a - resolução relativo aparelho indicador da máquina de ensaio

f<sub>0</sub> - erro relativo do zero do aparelho indicador da máquina de ensaio

q<sub>c</sub> - erro relativo da exactidão da série complementar de medições.

**Nota:** os valores expressos em percentagem são relativos ao valor de força no padrão, exceptuando o valor da incerteza expandida.

A resolução considerada para efeitos de cálculo, nesta gama de medição: 0,1 kN

Fim de Certificado

Este Certificado só pode ser reproduzido na íntegra.

O resultado das medições referem-se exclusivamente ao instrumento de medição calibrado.

Página 2 de 2 do Certificado de Calibração N.º LPC 0053/12